



Universidad
Tecnológica
de Pereira

***Facultad de Ciencias de la Salud
Ciencias del Deporte y la Recreación***

Universidad Tecnológica de Pereira

Perfil Antropométrico del Jugador Profesional de Fútbol en Pereira

Trabajo de Grado

Pereira, Febrero de 2012

**PERFIL ANTROPOMETRICO DEL JUGADOR PROFESIONAL DE
FÚTBOL EN PEREIRA**

**MAURICIO ALBERTO CASTILLO VANEGAS
CÓDIGO 10.029.493**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA CIENCIAS DEL DEPORTE Y LA RECREACIÓN
PEREIRA
2012**

**PERFIL ANTROPOMETRICO DEL JUGADOR PROFESIONAL DE
FÚTBOL EN PEREIRA**

**Proyecto de Grado para optar al Título de
PROFESIONAL EN CIENCIAS DEL DEPORTE Y LA RECREACIÓN**

**Director
HÉRNAN MAURICIO GARCÍA CARDONA
Profesional en Ciencias del Deporte y la Recreación
Aspirante a Magister en Intervención Integral en el Deportista**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA CIENCIAS DEL DEPORTE Y LA RECREACIÓN
PEREIRA
2012**

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Pereira, Febrero de 2012.

AGRADECIMIENTOS

De manera especial:

A DIOS por darme la oportunidad de asumir este proyecto y sacarlo adelante.

A mi Universidad, la institución que me ha brindado la oportunidad de formarme profesionalmente; a ella mi gratitud y pertenencia, me ha acogido como un integrante más de su quehacer misional.

A mis profesores, amigos y compañeros de trabajo por su calidad humana y su apoyo incondicional.

A Mauricio García, mi profesor y amigo; a mis asesores, gracias por la confianza depositada en mi trabajo y ser partícipe de la alegría en la culminación de este proyecto.

Pereira, Febrero de 2012.

DEDICATORIA

A mis padres: Jorge y Carmenza, han sido siempre mi apoyado, mi refugio; han facilitado y vitalizado mi caminar.

A Leidy, mi compañera y confidente, fuente inagotable de motivación e inspiración.

A todos aquellos que creen en la riqueza y valía de los aprendizajes, gracias a ello han sido soporte y colaboración, cada uno a su manera, en mi formación profesional.

Pereira, Febrero de 2012.

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
0. INTRODUCCIÓN.....	17
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
2. JUSTIFICACIÓN.....	22
3. DISEÑO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
4. DELIMITACION Y ALCANCES.....	26
5. OBJETIVOS.....	28
5.1. GENERALES.....	28
5.2. ESPECIFICOS.....	28
6. MATERIALES Y EQUIPOS.....	30
7. MARCO CONTEXTUAL.....	47
7.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL FÚTBOL PROFESIONAL.....	49
7.2. FÚTBOL PROFEIONAL EN PEREIRA.....	49
7.3. ESTADO CIENTIFICO ACTUAL.....	51
8. MARCO TEÓRICO.....	55
8.1. COMPOSICIÓN CORPORAL.....	63
8.2. MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL.....	66

8.3.	COMPOSICIÓN CORPORAL Y ADIPOSIDAD.....	72
8.4.	SOMATOTIPO.....	78
8.4.1.	Determinación del Somatotipo.....	89
8.4.2.	Especificaciones para la determinación del Somatotipo.....	93
8.5.	ÍNDICES ANTROPOMETRICOS.....	98
8.5.1.	Índices de Composición Corporal.....	101
8.5.2.	Índices Corporales.....	103
8.5.3.	Longitud Relativa de Miembros Inferiores.....	104
9.	METODOLOGÍA.....	108
10.	RESULTADOS.....	110
10.1.	COMPOSICIÓN CORPORAL.....	113
10.2.	ÍNDICES CORPORALES.....	124
10.3.	SOMATOTIPO.....	127
11.	CONCLUSIONES.....	131
12.	RECOMENDACIONES.....	136
	BIBLIOGRAFÍA.....	140
ANEXOS:	A. Evaluación Ética.....	150
	B. Consentimiento Informado.....	154

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
1	Distribución porcentual de los jugadores profesionales de fútbol en Pereira, según la categoría, vinculados con la investigación.....	30
2	Somatocarta (Heath & Carter, 1990).....	94
3	Somatocarta numérico para la determinación de las coordenadas “X” y “Y” del Somatotipo.....	97
4	Categorías de la clasificación del Somatotipo.....	101
5	Distribución general del tipo de tronco en los jugadores profesionales de fútbol en Pereira.....	125
6	Características de los diferentes tipos e complexión.....	126
7	Somatograma de los jugadores profesionales de fútbol en Pereira, según la posición en el campo de juego.....	129

LISTA DE TABLAS

1	Definición y estructura de la antropometría.....	65
2	Limitación de los métodos de determinación de la composición corporal.....	77
3	Estado nutricional según el porcentaje de peso ideal (%PI).....	80
4	Clasificación de la composición corporal según el porcentaje graso (American Council on Exercise).....	83
5	Valores estándar del peso y porcentaje de grasa corporal de acuerdo a la modalidad deportiva.....	87
6	Valores estándar del porcentaje de grasa corporal en población en general, según género y edad.....	88
7	Distribución de los valores encontrados en las variables básicas antropométricas de los jugadores profesionales de fútbol en Pereira, según categoría.....	111
8	Distribución de la grasa corporal de los jugadores profesionales de fútbol en Pereira, según categoría.....	114
9	Distribución de la composición corporal de los jugadores profesionales de fútbol en Pereira, según categoría.....	117
10	Distribución de la composición corporal de los jugadores profesionales de fútbol en Pereira, según la posición en el campo de juego.....	118
11	Distribución de la superficie corporal (SC), la sustancia corporal activa (AKS) e índice de Rohrer en los jugadores profesionales de fútbol en Pereira, según categoría.....	121
12	Distribución compartimental de la composición corporal en jugadores profesionales de fútbol en Colombia.....	122
13	Distribución de los componentes del somatotipo y de las coordenadas “X y “Y”, en los jugadores profesionales de fútbol en Pereira, según la posición en el campo de juego.....	128

LISTA DE ANEXOS.

	Pág.
A. Evaluación Ética.....	150
B. Consentimiento Informado.....	154

GLOSARIO

TERRENO DE JUEGO. Lugar delimitado sobre el cual se desarrolla la actividad futbolística (acciones de juego y gestos técnico), corresponde a un espacio rectangular con una longitud mínima de 90m y máxima de 120m, y una anchura mínima de 64m y máxima de 90m. El terreno de juego está dividido en dos mitades por una línea media.

CARGA. Trabajo muscular que implica en sí mismo el potencial de entrenamiento derivado del estado del deportista, que produce un efecto de entrenamiento que lleva a un proceso de adaptación (Iurig V. Verjoshanski, 1990). En sentido más global o general se debe entender como el resultado que se da de relacionar la cantidad (volumen) del ejercicio con su aspecto cualitativo (intensidad), aunque resulta pobre e insuficiente.

DENSIDAD. Tiene que ver con la relación que existe entre el trabajo físico (esfuerzo) realizado y la pausa de descanso o recuperación en una unidad temporal de aquellas en que se organiza el entrenamiento (Juan Manuel García Manso, 1996). Está considerada como nuevo factor dentro de los componentes de la carga (magnitud) y algunos autores la denominan como ***densidad del estímulo.***

FATIGA. Disminución, temporal reversible, de la capacidad de rendimiento como reacción a las cargas de entrenamiento o la competencia (Juan Manuel García Manso, 1996). Esta pérdida de rendimiento que aparece asociada a sobrecargas funcionales y se manifiesta tras la ejecución de ejercicio físico es denominada ***fatiga física o muscular*** (Legido, 1986. Cfr. Juan Manuel García Manso, 1996); en conjunto con otras formas de fatiga (mental, sensorial, local, general, entre otras) es lo que comúnmente se conoce como ***fatiga***.

ÍNDICE DE QUETELET. Índice antropométrico que permite establecer la cantidad de grasa corporal en gramos por centímetro de estatura. Se consideran como valores normales para hombres entre 350 y 400 gr/cm, mientras que para mujeres esta entre 325 y 370 gr/cm. (León Pérez Sofía, 1985).

MASA MUSCULAR ACTIVA. Componente de la composición corporal; representa el peso en kilogramos de la musculatura o peso de músculo. Se halla de manera indirecta por medio de la evaluación cineantropométrica.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general determinar el perfil antropométrico del jugador profesional de fútbol en Pereira, a través del análisis de las variables básicas antropométricas, la composición corporal, algunos índices corporales y el somatotipo.

El estudio se llevo a cabo a través de un diseño no – experimental de tipo transeccional (transversal o sincrónico) en el nivel correlacional no causal, tratando de describir las variables incorporadas y algunas de sus correlaciones. La composición corporal se evaluó indirectamente con la propuesta de De Rose & Guimarães, cuya ecuación básica fue propuesta por Matiegka, en la cual el peso corporal total es la suma de los pesos de la grasa, el hueso, el músculo y el tejido residual. Los índices analizados se relacionan con la robustez, el tronco y las extremidades inferiores, mientras que el somatotipo fue determinado con la técnica somatotipológica decimal de Heath & Carter (1980).

En el estudio participaron sesenta y nueve ($n = 69$) futbolistas profesionales del municipio de Pereira (Risaralda, Colombia), distribuidos en tres (3) categorías según los criterios de experiencia práctica en dicha actividad, nivel rendimiento y definidas como Primera “A”, Primera “B” y Primera “C”. Los promedios generales encontrados en la edad decimal fue de 21.534 años, una estatura de 174.5 centímetros y un peso corporal total de 69.6 kilogramos.

Los resultados obtenidos confirmar porcentajes grasos bajos para la práctica deportiva del fútbol. 7.7% para la Primera “A”, 8.4% para la Primera “B” y 7.9% para la Primera “C”, cuando los valores recomendados según la modalidad deportiva oscilan entre 9% y 12% (Wilmore, J. H.; Costil, D. L., 1987). El Índice de Peso Proporcional encontrado fue de 64.56 ($DE \pm 4.4$) lo que considera al grupo en general con niveles bajos de peso (regular en la escala) situación que se vio igualmente reflejada al analizar el peso adecuado o peso de competencia, pues solo el 13.6% ($n = 8$) de los jugadores se encuentran en el rango adecuado y los demás (86.4%, $n = 51$) presentan déficit en el peso adecuado con variación que oscilan entre 0.01Kg y 5.86kg. El coeficiente nutricional revela, igualmente, subnutrición en el 98.5% de los futbolistas estudiados, situación de alarma máxime cuando el 43.5% ($n = 30$) son reportados como delgados, el 10.1% ($n = 7$) como extenuados y el resto, algo menos de la mitad de los jugadores estudiados (46.4%, $n = 32$) aparecen como normales.

Se encontró, igualmente, una muy baja cantidad de masa ósea por kilogramo de masa muscular (2.98. $DE \pm 0.23$) lo que refiere un débil soporte o estructura esquelética para la cantidad de masa muscular existente, pues los valores de normalidad se establecen en una franja que va entre 3.7 y 4.1, situación que a la larga sería igualmente contraproducente para los niveles de tensión y esfuerzo físico que estos jugadores deben soportar.

SUMMARY

This research had as main objective to determine the anthropometric profile of a professional soccer player in Pereira through the basic analysis of anthropometric variables, body composition, some body indices and somatotype.

The study was conducted through a non-experimental transactional design (cross or synchronous) non causal corelational level, trying to describe the included variables and some correlations. The body composition was assessed indirectly with the De Rose & Guimarães proposed; basic equation which was proposed by Matiegka, where in the total body weight is the sum of the weights of the fat, bone, muscle and residual tissue. The indices analyzed are related to the strength, trunk and lower extremities, while the somatotype was determined with the somatotipology decimal technique of Heath & Carter (1980).

The study included sixty-nine (n=69) footballer in the municipality of Pereira (Risaralda, Colombia), divided into three categories according to the criteria of practical experience in this activity, performance level and defined as first "A", first "B" and first "C". The average of age found in the decimal was 21,534 years old, a height of 174, 5 centimeters and a total body weight of 69, 6 kg.

These results confirm low fat percentages for the football practice. 7.7% for the first "A", 8.4% for the first "B" and 7.9% for the first "C", when the recommended values according to sport range from 9% and 12% (Wilmore, J.H; Costil, D.L., 1987).weight index was proportional to 64.56 (DE \pm 4.4) what considers the group with low weight in general (regular scale) which analyzing the weight or the competition weight. Only the 13.6% (n=8) of players are in the proper range and the others (86.4%, n=51) deficient in adequate weight variation ranging from 0.01 Kg and 5.86% Kg. reveals the nutritional factor, likewise, undernourishment in the 98.5% of the evaluated soccer player, maximum alarm situation when the 43.5% (n=30) are reported as thin, the 10.1% (n=7) as exhausted and the rest , less than half of studied players (46.4%, n=32) look normal.

Was found, a very low amount of bone mass per kilogram of muscle mass (2.98 DE \pm 0.23) it comes a weak support or a skeletal structure for the existing amount of muscle mass, well the normal values are set in a strip that goes between 3.7 and 4.1, situation that eventually would be counterproductive to the stress levels and physical effort that these players endure.

PRESENTACIÓN

Los profesionales que integran el cuerpo técnico y médico de los equipos de fútbol (profesional o aficionado), son sin lugar a dudas las personas sobre las cuales recae la mayor responsabilidad administrativa y deportiva. Por eso, muchos casos, a pesar de las exigentes e intolerantes condiciones en las cuales desarrollan un trabajo orientado hacia el alto rendimiento deportivo, los resultados no compensan el mencionado esfuerzo o les resultan adversos.

Si a esta responsabilidad se le suma la precaria, prolija y disímil información existente acerca de la caracterización física, técnica y morfofuncional propia o particular del jugador de fútbol en Colombia y se tiene en cuenta la exigua producción científica y académica relacionada con el tema en el medio; se estaría desentrañando, sin lugar a dudas, una de las principales causas del retraso del fútbol en los contextos nacional e internacional, ya que estos aspectos repercuten no sólo en una limitada experiencia investigativa sino que evidencian un primitivo desarrollo científico en quienes preparan, dirigen y se preocupan por optimizar este campo del conocimiento y el mismo rendimiento deportivo regional.

Por las anteriores consideraciones se buscó adelantar el presente estudio cineantropométrico en aras de establecer algunos parámetros morfológicos y funcionales que establezcan puntos de referencia o de comparación en cuanto a somatotipo, composición corporal (porcentaje graso, peso graso, masa corporal magra, peso óseo y masa muscular activa), proporcionalidad e índices corporales, disponiendo de métodos indirectos de valoración no solamente por ser considerados hoy día válidos en el control y seguimiento de deportistas,

sino que además, presentan una relativa exactitud y son de fácil aplicación en el campo de práctica.

En el fútbol moderno, el jugador de élite precisa de un elevado nivel de desarrollo de las capacidades motrices condicionales (nivel pico en por lo menos dos de ellas), en aras de afrontar, con cierto nivel de rendimiento, las demandas físicas y fisiológicas impuestas por los entrenamientos y partidos que debe afrontar a lo largo de una temporada. Es allí, en la praxis misma, donde las posibilidades funcionales se traducen en el capital efectivo a través del cual se expresa estar preparado para la competencia o se demuestran las cualidades, capacidades, habilidades y preparación necesarias para obtener los mejores resultados deportivos posibles, realidad ésta que resulta ser más compleja en el contexto profesional donde las deficiencias deportivas, la mala forma deportiva o, simplemente, la falta de forma deportiva, cobra dividendos exagerados en aspectos técnico-tácticos y de resultados cuando las capacidades o posibilidad físicas se ven fácilmente vulneradas por los oponentes.

En este contexto, el conocimiento y manejo de las variables básicas antropométricas, tanto como de aspectos físico-motrices y deportivos, apoyados en la experiencia deportiva de técnicos y entrenadores, además de los aportes científicos, contribuyen de manera objetiva en el desarrollo deportivo y son imperativo o elemento clave de perfeccionamiento físico, motriz, técnico y fisiológico para poder rendir. En el marco de estas consideraciones se involucraron en el estudio criterios cineantropométricos buscando convertirlos en una práctica cotidiana funcional en la valoración de futbolistas, pues como expresan algunos autores, poco valen si no se emplean con inteligencia o con lógica.

El estudio se adelantó con un grupo de sesenta y nueve (69) futbolistas activos profesionales, integrantes de los equipos catalogados por la Federación Colombiana de Fútbol como Primera "A" (profesional), Primera "B" y Primera "C"

del municipio de Pereira.

La investigación proporcionó beneficios importantes al cuerpo médico deportivo de los equipos anteriormente referidos en cuanto se estandarizaron parámetros antropométricos y morfofuncionales de evaluación acordes al nivel de participación, a la posición que cada deportista desempeña en el campo de juego, y a la vez, se establecieron referentes de selección para las futuras generaciones practicantes del fútbol en la región a través de la sistematización y análisis de la información recolectada durante el estudio.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El fútbol impone sobre el rendimiento deportivo de sus practicantes demandas endógenas y exógenas de manera indeterminada. Resulta, por tanto, trascendente determinar no sólo los factores intervinientes y el grado de influencia que cada uno de ellos ejerce en los resultados, aspecto este contemplado por el entrenamiento deportivo a través de la caracterización que él mismo hace del deporte, sino que precisa conocer las posibilidades funcionales del deportista en tanto reflejan las capacidades individuales en los ordenes físico, biológico y psicológico, aspecto este que reviste, bajo un generalizado reconocimiento, vital importancia en el itinerario de los deportistas profesionales en su camino hacia la excelencia deportiva, llegando incluso a decidir, como afirman médicos y entrenadores, la suerte de sus carreras deportivas.

En este contexto, el aumento sucesivo de elevados resultados deportivos requiere un substancial perfeccionamiento tanto de la preparación deportiva, como del sistema metodológico – organizativo a largo plazo (Planificación Deportiva).

La toma de conciencia de estos aspectos ha permitido que el trabajo de investigación acapare la atención más en factores propios de la preparación deportiva que en aspectos de la planificación buscando, a partir de allí, en un futuro no lejano, contribuir en el desarrollo del potencial físico y orgánico funcional del futbolista profesional en Pereira.

Bajo esta connotación el trabajo se centra en la determinación indirecta de: las variables básicas antropométricas (edad, estatura, peso corporal, complexión, entre otras), aspectos de la composición corporal, somatotipo e índices corporales, información deportiva relevante como la edad de vinculación con la disciplina deportiva, inicio sistemático de la competencia, años de experiencia práctica e información complementada con las posiciones que se desempeñan en el terreno de juego.

El conocimiento derivado del estudio intenta develar y/o aclarar, entre otros, los siguientes interrogantes:

- ¿Qué características antropométricas identifican a los jugadores profesionales de fútbol en Pereira?
- ¿Cuáles son las características de proporcionalidad y de peso corporal adecuado de acuerdo a la posición en el campo de juego de quienes desarrollan la práctica deportiva del fútbol como jugadores profesionales en Pereira?
- ¿Existen diferencias tanto antropométricas como somatotipológicas en los jugadores profesionales de fútbol en Pereira de acuerdo a la posición que desempeñan en el terreno de juego?

Indagar o recopilar información respecto a estos interrogantes, para a partir de allí posibilitar una reflexión a cerca de las posibilidades funcionales de los deportistas practicantes del fútbol en Pereira, constituyó la responsabilidad y tarea asumida al interior del presente trabajo.

2. JUSTIFICACIÓN

Si se tiene en cuenta la densidad y primacía de las investigaciones realizadas en el contexto de práctica del fútbol a nivel profesional, cabe reconocer que los factores determinantes del proceso, que reflejan la capacidad individual del deportista, están relacionados con aspectos físicos, biológicos y psicológicos, pues son, a la vez, los que mayor importancia revisten en el recorrido de los deportistas hacia la excelencia deportiva.

Quizá por ello uno de los problemas del entrenamiento deportivo respecto a esta disciplina es, ha y seguirá siendo su perfeccionamiento físico. Es perfectamente natural entonces que los conocimientos, actitudes, opiniones y grado de reconocimiento que los entrenadores, preparadores físicos y médicos deportivos tengan que ejercen sobre estos factores un alto poder de influencia en los deportistas para que puedan alcanzar elevados niveles de rendimiento en sus carreras deportivas.

El Trabajo de Investigación se ajusta a esta consideración lo que resulta ser, en términos de contribución al desarrollo deportivo, social y cultural una estrategia adecuada y un mecanismo oportuno que orienta y canaliza la práctica deportiva profesional en la región, máxime cuando la sociedad en general ha demostrado hasta la saciedad que no existe otro tipo de actividad deportiva profesional que pueda servir de tanta cohesión e identificación social como el fútbol. Además, es un hecho comprobado que gracias al deporte se produce una identificación del individuo con determinadas representaciones colectivas y sirve de cauce en la promoción de aquellas personas que no tienen otra manera para

ganar o escalar puestos sociales de relevancia. El fútbol es una de esas disciplinas deportivas que ha permitido que personas provenientes de estratos sociales modestos mejoren sus condiciones sociales y familiares que les son negadas por otras vías.

Bajo esta consideración el conocimiento de las características antropométricas que identifican la práctica de esta manifestación deportiva a nivel profesional, constituye un aporte significativo a su desarrollo y un referente cualitativo transcendental para quienes aspiran a través de él mejorar su estatus social y/o su condición de vida. Además, este trabajo abre posibilidades de otros estudios sobre composición corporal y somatotipo y la creación de líneas de investigación en el municipio de Pereira que coadyuven a potenciar los niveles de rendimiento físico-deportivo de los futbolistas para materializar resultados competitivos y establecer bases teórico prácticas de clasificación y selección deportiva.

3. DISEÑO Y NIVEL DE LA INVESTIGACION

El estudio se adelantó a través de un diseño no - experimental de tipo transeccional (transversal o sincrónico) en el nivel descriptivo, aplicable al a la determinación de la composición corporal (Método Tetracompartmental), del Somatotipo o Tipo Corporal y de los Índices Antropométricos con la finalidad de caracterizar, desde el punto de vista somático y morfológico, al jugador profesional de fútbol del municipio de Pereira; para ello se evaluaron los jugadores practicantes de esa disciplina deportiva pertenecientes a las categorías Primera “A” (jugador profesional), Primera “B” y Primera “C”. Los resultados obtenidos y su análisis se orientó sobre la base de obtener información científica que oriente la preparación de los jugadores profesionales del fútbol hacia mejores niveles de rendimiento y garantice la toma de decisiones que coadyuven a mejorar el control del proceso del entrenamiento deportivo a largo plazo; además, coadyuvar en el desarrollo y perfeccionamiento técnico-pedagógico del entrenamiento deportivo local.

Metodológicamente el estudio se realizó en tres etapas bien definidas que orientaron y facilitaron la realización del estudio. Una etapa inicial de *preparación* centrada en aspectos persuasivos y motivacionales, en la selección de la población y en el estudio tanto teórico como documental donde se tuvieron en cuenta elementos básicos que permitieron afrontar la evaluación de manera ágil, responsable y válida; además, la revisión de algunos estudios realizados, tanto en el contexto nacional como internacional, que igualmente han involucrado o tenido en cuenta el Método Antropométrico. La segunda etapa se limitó al *trabajo de campo* y al desarrollo del estudio que permitió definir los objetivos, plantear el

problema y seleccionar las técnicas, procedimientos e instrumentos para adelantar la recolección de la información, mínima y necesaria, requerida para abordar el análisis; igualmente, se establecieron las condiciones metodológicas del estudio. Una tercera y última etapa de *culminación* concentrada en el análisis de la información recolectada y la elaboración del informe final, buscando expresar, real y objetivamente, las características antropométricas que caracterizan al jugador profesional inmerso en la práctica del fútbol en nuestra ciudad.

4. DELIMITACION Y ALCANCES

En el marco de la práctica deportiva de elite, la temática del trabajo presentado, asume una connotación de carácter universal, puede suministrar aportes de conocimiento significativos tanto en la planificación como en control del entrenamiento del fútbol, dado que las cargas de trabajo (*“estímulos de esfuerzo”*) a las que son sometidos sus practicantes deben estar acordes a características morfológicas y funcional del mismo, es decir, han de estar de acuerdo a sus posibilidades fisiológicas para que realmente contribuyan en los procesos de rendimiento. No obstante, en el medio local no existen referentes de composición corporal, somatotipológicos o de proporcionalidad entre los practicantes del fútbol, ni amateur ni profesional, que puedan ser tenidos en cuenta y garanticen tanto los procesos de selección como de competición.

Desde esta perspectiva el estudio se limita a la evaluación antropométrica de los deportistas practicantes de fútbol denominados o catalogados en el contexto mundial como jugadores profesionales, pero que como practicantes activos residen, dentro de la geografía nacional, en el municipio de Pereira. Cabe destacar que los jugadores profesionales de esta disciplina se caracterizan porque en el desarrollo de su carrera deportiva están atravesando o transitando entre las etapas de *optimización* que coincide con la realización de las máximas posibilidades y de *mantenimiento* caracterizada por la estabilización de los resultados deportivos alrededor de los niveles máximos, situación que reclama del deportista una plena dedicación al deporte y una lucha constante por mantenerse en la inestable cima que supone la élite deportiva (Ruiz Pérez, I. M., Sanchez Bañuelos, F., 1997). De ahí que gocen de un elevado reconocimiento social y deportivo y constituyan, gracias a las figuraciones y/o resultados

alcanzados en eventos locales, nacionales o internacionales, un referente o modelo para las generaciones futuras.

Bajo las anteriores consideraciones la investigación presente es completamente viable, máxime cuando se cuenta con los recursos humanos y equipos son facilitados por el programa académico Ciencias del Deporte y la Recreación, adscrito a la Universidad Tecnológica de Pereira; además, la posibilidad de la muestra poblacional, su acceso y participación fue completamente garantizada por el interés de los técnicos responsables y el consentimiento firmado por cada uno de los futbolistas participantes. Igualmente, se contó con la asesoría de expertos en el análisis estadístico y en la sistematización de los datos recolectados y que, además, contribuyeron en el diseño de la investigación.

5. OBJETIVOS

5.1. GENERAL

- Determinar parámetros morfológicos del jugador profesional de fútbol en Pereira, de acuerdo a las posiciones que ostentan en el campo de juego, y que a la vez posibiliten un mejor desempeño en su función, buscando establecer referentes en la evaluación de los futbolistas de rendimiento en el contexto local y como criterios de orientación y selección de talentos.

5.2. ESPECÍFICOS

- Optimizar criterios médico-científicos de trabajo utilizados en la práctica del fútbol, como herramienta base que garantice un mejoramiento cualitativo del desempeño de los jugadores en los diferentes torneos.
- Consolidar un grupo médico-asesor transdisciplinario como apoyo al cuerpo técnico y al desarrollo de planes de trabajo coherentes con el

nivel y condición de los deportistas practicantes del fútbol en Pereira.

- Determinar el somatotipo y la superficie corporal de acuerdo a la posición y función que desempeñen los jugadores en el campo de juego como jugadores profesionales practicantes del fútbol.
- Aplicar técnicas antropométricas como método evaluativo de los jugadores de fútbol en prácticas cotidianas.
- Desarrollar procedimientos indirectos para hallar los componentes básicos de la composición corporal de los jugadores profesionales de fútbol en Pereira.

6. MATERIALES Y EQUIPOS

- ANTROPOMETRO TIPO MARTIN

Marca GPM, con una capacidad de medición hasta 2100mm. (2.1m). Esta dividido en cuatro secciones escaladas, acondicionadas por dos agujas transversales de 270 mm de longitud para medir alturas y diámetros corporales.

- TALLÍMETRO

Fijo a la pared y consta de una tabla de 10cm. de ancho con una cinta métrica metálica que cae verticalmente al piso; posee una longitud de medición de hasta 2100mm. Permite medir la estatura exacta del suelo al vértex con la ayuda de una escuadra.

- CINTA ANTROPOMÉTRICA

En fibra de vidrio con botón rebobinador y una capacidad de medición hasta de 1.50 mm apta para medir perímetros corporales.

- CALIBRADOR DE PLIEGUES CUTÁNEOS

Conocido también como Harpenden – Body Scale (John Bull), con lectura por aguja de reloj con doble vuelta. Posee un área de mordida de 90mm., una

presión de mordida de 10g/mm. (Presión +/- 0.2 mm) y un rango de lectura entre 0 y 46mm. Sirve para medir espesor de piel.

– **BÁSCULA**

Báscula electrónica marca Tanita, referencia BF-350, realiza el registro mediante multisensores electrónicos con señal de baja frecuencia, ofrece un completo análisis de la composición corporal gracias a su sistema de análisis por bioimpedancia (BIA); de gama médica e integración del display y plataforma en una sola pieza. Incluye software Suite Biologica Lite para el control de cada evaluación y evolución de todos los resultados, compatible con Windows Vista y cable conexión a PC.

Suministra como datos fundamentales la cantidad de masa grasa (que incluye la grasa esencial, la grasa de depósito y la grasa parda); masa libre de grasa; índice metabólico basal (IMB), muestra el número de calorías que el cuerpo necesita cuando está en reposo. Precisa introducir como valores recomendados la edad, el sexo y la altura, presenta una fiabilidad del 97%. No es apta para portadores de marcapasos y es de fácil manejo. Presenta un peso de 8kg, dimensiones 40x20x95cm.; precisión: 100 gr.; peso máximo del usuario: 200Kg; método medición: BIA; modos: Adulto, Niño, Atleta; funciones: peso (kg de masa grasa), kg agua, IMC, IMB.

7. MARCO CONTEXTUAL

7.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL FÚTBOL PROFESIONAL

El fútbol deriva del término inglés británico “foot-ball”, es un deporte de jugado entre dos conjuntos de once jugadores cada uno y cuatro árbitros que velan porque las normas de juego se cumplan correctamente. Es considerado como el deporte más popular del mundo, pues se practica en casi todos los países del mundo. Se juega en un campo rectangular de césped, con una portería en cada extremo del mismo. La finalidad se centra desplazar el balón a través del terreno de juego para intentar colocarlo dentro de la portería del adversario, acción que se denomina “gol”. El equipo que marque más goles al cabo del tiempo de juego (90 minutos) es el que resulta ganador.

Los antecedentes de su práctica se remontan a las primeras civilizaciones e imperios. Así, según algunas teorías, sus orígenes pueden estar en el antiguo Egipto, ya que durante el siglo III a.C. se realizaba un juego de pelota parecido al balonmano como parte del rito de la fertilidad. No obstante la pelota fue creada un siglo antes en China. Se cree que países vecinos, India y Persia entre ellos, adoptaron la pelota en sus juegos populares, al igual que algunas antiguas civilizaciones prehispánicas donde se encontraron practicas algo similares a lo que se conoce hoy día como fútbol. Así por ejemplo, los aztecas practicaban el “tlachtli”, una mezcla entre tenis, fútbol y baloncesto en el que se prohibía el uso de las manos y los pies y el capitán del equipo derrotado era sacrificado. Esta etapa de la historia se conoce como “Protofútbol” (Bayona & López Matteo, 1982).

Japón también refiere la existencia de una práctica protofutbolística con características similares a las de China, donde se promovía con fines gimnásticos y militares, pero más tardía y con objetivos diferentes pues a los japoneses les preocupó el placer y el espectáculo. El fútbol continuó en Grecia Clásica donde incluso Homero llegó a hacer alusión en sus escritos a un juego de pelota, al que llamaban “esfaira” o “esferomagia” debido a la esfera hecha de vejiga de buey que se utilizaba en el mismo. De allí pasó al Imperio Romano, donde utilizaban en su juego “harpastum” un elemento esférico llamado “pila” o “pilotta” que evolucionó hasta el término “pelota” utilizado actualmente.

Durante la Edad media tuvo mucha fama entre diferentes caballeros y culturas, pero fue prohibido por su carácter violento para más tarde ser adaptado y utilizado como deporte nacional en las islas británicas.

A comienzos del Siglo XIX comenzó a practicarse el “dribbling-game” en las escuelas públicas y de ahí pasó a las universidades más importantes (Oxford, Cambridge) donde se perfeccionaron las primeras reglas y nace el Primer Reglamento de Cambridge que apareció en 1848; posteriormente, en 1863 se funda la “Football Association”, dando origen al denominado “juego moderno” o “fútbol asociado” y se separó este juego del actual rugby. La separación entre el rugby y el fútbol o soccer británico surgió en la Universidad de Rugby, donde comenzó a jugarse un deporte que permitía coger el balón con las manos y correr con él.

El nombre fútbol proviene entonces de la palabra inglesa “foot-ball”, que significa “pie” y “pelota”, por lo que también se le conoce como “balompié” en diferentes regiones hispano parlantes, en especial Centroamérica y Estados Unidos. En la zona británica también se le conoce como “soccer”, que es una abreviación del término “Association” que se refiere a la mencionada Foot-ball Association inglesa. El uso de un término u otro dependía del status de la clase social en la que se practicaba; así las clases altas jugaban al “soccer” en las

escuelas privadas mientras que las clases trabajadoras jugaban al “foot-ball” en las escuelas públicas.

La pasión por la práctica de este deporte tanto en Europa como en América Latina desató la fiebre federativa y se dio una expansión mundial que llevó a la consolidación de las Federaciones Nacionales y luego, quizás de manera un poco prematura, el 21 de mayo de 1924, se creó la Federación Internacional de Fútbol Asociación (FIFA). En este contexto, un fenómeno propio del universalismo futbolístico, se va lentamente haciendo insoslayable: “el profesionalismo”. En 1904 se da la noticia que el jugador inglés Alf Common, perteneciente al Sunderland Football Club, había sido transferido al Middlesbrough, por la astronómica suma de 1.000 libras esterlinas. Este delantero inglés fue el precursor de las grandes transferencias del amateurismo al profesionalismo que se dan hoy día en el mercado del fútbol y que llevó, en aras de la consecución de grandes sumas de dinero, a competir afanosamente y organizar torneos (Bayona & López Matteo, 1982).

7.2. FÚTBOL PROFESIONAL EN PEREIRA.

Pereira es la capital del Departamento de Risaralda y quizá la ciudad más poblada de la región del Eje Cafetero pues cuenta con más de 550 mil habitantes y conforma, junto con los municipios de Dosquebradas y la Virginia, el área metropolitana del centro occidente. Está ubicada en el Valle del Río Otún, en la Cordillera Central de los Andes Colombianos

La historia de la ciudad se remonta a la época pre-colombina, en la cual la zona que hoy comprende la ciudad estaba habitada por las tribus de las culturas

Quimbaya y Pijao ampliamente reconocidas por su orfebrería. En esta región, el mariscal Jorge Robledo fundó la ciudad de Cartago el 9 de agosto de 1540, pero el asedio de los pijaos o bien razones de conveniencia económica, produjeron en 1961 el traslado de dicha ciudad al sitio que ocupa actualmente en el norte del Valle de Cauca, hacia las márgenes del río La Vieja. Entonces la región volvió a tornarse selvática y sepultó los vestigios que quedaban de civilización.

Tiempo después, con el ideal de revivir esta ciudad perdida, el 24 de agosto de 1863, el presbítero Remigio Antonio Cañarte y Jesús María Hormaza Niño, entre otros, regresaron a las ruinas de la antigua Cartago, donde establecieron unas cuantas chozas que fueron bendecidas el 30 de agosto siguiente (Gobernación de Risaralda, 2009). Durante algún tiempo se llamó Cartago Viejo, pero en 1869 la municipalidad de Cartago le dio el nombre de Villa de Pereira, en honor al doctor Francisco Pereira Martínez, quien en 1816 se refugiara en la zona, junto con su hermano Manuel Pereira, tras la derrota de las huestes patriotas de Simón Bolívar en la Batalla de Cachirí y manifestase tiempo después el deseo de que se estableciese una ciudad en dichos predios, hecho que se cumplió seis días después de su muerte.

En los últimos años, la ciudad ha logrado una identidad urbana y un crecimiento significativo en su nivel cultural; la integración social y el nivel de educación más alto y generalizado le están permitiendo a la ciudad un crecimiento sostenido, no sólo económico, sino también cultural.

En esta capital, como en todo el país, el deporte que más se practica es el fútbol; cuenta con el equipo “Deportivo Pereira” en la categoría profesional y una estructura en divisiones inferiores, configurando un conglomerado de jugadores profesionales que lo acreditan como campeón de la segunda división (Primera “B”) en el año 2000: Además, participa en los torneos de Primera “C” y categorías inferiores tanto a nivel local como nacional.

Existen en la ciudad de puertas abiertas numerosas escuelas de fútbol de las cuales se han dado a conocer figuras del balón pie nacional entre las que se destacan: Corviva F.C, Patrick, Escuela de Fútbol John Edison Castaño, Escuela de Fútbol Diamante, Escuela Comfamiliar, Escuela de Fútbol Andrés Escobar en honor al futbolista colombiano Andrés Escobar Saldarriaga. Este deportista compitió por la Selección de Nacional de Colombia, en el Mundial del Fútbol jugado en Estados Unidos en 1994 y al regresar al país, tras haber marcado un autogol, fue trágicamente asesinado en su ciudad natal Medellín (Antioquia).

En cuanto a infraestructura, la ciudad cuenta con el Estadio Hernán Ramírez, ubicado en el sector de La Villa. El escenario fue recientemente remodelado casi en su totalidad para funcionar como sub sede el campeonato mundial de futbol (FIFA), categoría sub 20, realizado el año anterior (2011), debido a que presentaba un deterioro evidente y sus características no cumplían con las exigencias de la FIFA para un evento de esta magnitud.

No obstante, es poco lo que se ha registrado respecto a la historia del fútbol en Pereira, la afición y la Institución Deportivo Pereira, recoge en la página oficial publicada en la Web (www.clubdeportivo pereira.com), algunos datos sobre su génesis. Lo que llama la atención inicial allí es la forma como nace la construcción del Hernán Ramírez y cómo se masifico la práctica del fútbol. En relación a los orígenes del estadio se relata:

“Y qué decir del padre Antonio José Valencia, un sacerdote que desde el púlpito incitaba la pasión por el Deportivo Pereira. Con su muerte, el 10 de octubre de 1990, siempre se recordará su legado de civismo, que inició con una ponchera recogiendo dinero para los ciclistas de Pereira en la Vuelta a Colombia (décadas de 1950 y 1960) y continuó con los convites para la construcción de la Villa Olímpica” (Montoya Agudelo, 2005).

Mientras que en relación a la masificación y creación del equipo profesional se aduce:

“Cansado de que los enfrentamientos entre las barras de los dos equipos que había en la incipiente ciudad de entonces generaran desórdenes por las reyertas, un capitán de la policía, sin imaginárselo, le dio vida al Deportivo Pereira. Era el año de 1944.

Desde los años 20 empezaba a gestarse en la pequeña población pereirana el amor por el fútbol, que tuvo sus orígenes con el comienzo de la civilización, y que empezó a tomar forma como deporte reglamentado en el siglo XIX.

En la Pereira que apenas crecía, el “campo del 13”, la “Plaza Victoria” (antes Plaza de Bolívar) y la “Vaga de los Estrada”, eran sitios de obligada presencia para los aldeanos que tenían al fútbol como uno de los momentos de distracción.

Y fue en esa época y en esos sitios en los que nacieron equipos como “Tres Estrellas”, “Otún F.B.C”, “Charles Otún”, “Vidriocol”, “Granada”, “Birmania”, “Boca Junior”, “Internacional”, “Huracán”, “Deportivo Pielroja”, “Deportivo El 13”, “Corsarios” y otros cuantos, que disputaban interesantes encuentros de fútbol, y que empezaron a proyectar los futuros futbolistas del Deportivo Pereira.

La pasión con la que los Pereiranos asumieron esos encuentros de fútbol, solían generar desmanes, rompiendo con la tranquilidad con la que crecía la ciudad.

Es por ello que el capitán de la Policía Guillermo Gaviria Londoño, tío del ex presidente de Colombia César Gaviria Trujillo (1990 – 1994) convocó en la sede de su comando a los dirigentes de los dos más acérrimos equipos de la ciudad, y en los que jugaban los más destacados futbolistas del momento” (Montoya Agudelo, 2005).

Respecto a la era profesional se puede afirmar que el ingreso del Deportivo Pereira al Fútbol Profesional Colombiano se produjo en el año 1949, cuando la División Mayor del Fútbol Colombiano (Dimayor) organizó su segundo campeonato, su participación no fue la más afortunada, ocupó el último lugar.

Desde entonces ha participado en todos los torneos de esta división, exceptuando en los años 1953 y 1954 cuando desapareció del escenario por razones económicas. Su retorno a la actividad se fundamentó a través de argumentos políticos y de orden público.

Una llamada del entonces Presidente de la República, el general Gustavo Rojas Pinilla al alcalde de la ciudad, Lazaro Nicholls propició su reaparición. ***"Llame a los antiguos directivos y facilíteles todos los recursos económicos para que el equipo vuelva a salir"***. En los años de 1956 se atravesaba en por una caótica situación y era necesario ofrecerle al pueblo distracciones para calmar los ánimos políticos.

Sus mejores actuaciones en la División Profesional (Primera "A") lo ubicaron en un tercer lugar en los años 1952, 1962, 1966 y 1974. Fue cuarto en los campeonatos de 1958, 1959, 1965, 1967 y 1982; sin embargo, no ha participado en torneos internacionales. Sólo registra una gira por el Ecuador en el año de 1952 y diversos juegos amistosos internacionales en Pereira, a nivel de clubes y selecciones de otros países (frente a Paraguay, Venezuela y Rumania, entre otros).

7.3. ESTADO CIENTIFICO ACTUAL

Entre los trabajos encontrados en la literatura, que se puedan tomar como antecedentes en los estudios de composición corporal y somatotipo en jugadores de fútbol o en su caraterización, se destacan los siguientes:

- Un trabajo sobre Composición Corporal de los futbolistas de equipos Alicantinos, realizado por Garrido Chamorro R. P.; Garnes Ros A. F.; Gonzales Lorenzo M.; Díaz Carretero Y.; Moreno Saura A. M., del Servicio de Apoyo al Deportista del Centro de Tecnificación de Alicante dependiente de la Consejería de Cultura y Deporte de la Generalitat Valenciana, con 1837 deportistas de los cuales 623 eran futbolistas. Los datos fueron recolectados entre enero de 1999 y diciembre de 2003; cuyo

objetivo era establecer, agrupados por categorías, si existían diferencias entre los valores de la masa grasa y la masa muscular de los futbolistas respecto a los otros deportistas.

Allí se encontró como relevante que no existen diferencias significativas en la masa grasa de futbolistas de segunda división A y segunda división B; mientras que si existen diferencias en la masa muscular entre ellos y con respecto a los jugadores juveniles.

- Otro estudio morfológico del futbolista de alto nivel sobre composición corporal y somatotipo, realizado por Casajús, J. A., Aragonés, M^a Teresa, del Centro de Medicina del Deporte, Diputación General de Aragón y publicado en la revista Archivos de Medicina del Deporte (Vol. VIII – Nº 30 - 1991 - Págs. 147-151), es quizá el mejor referente existe a nivel internacional dado que, en cuanto a estructura y finalidad, se asemeja al trabajo actual. Allí se estudiaron 16 jugadores integrantes de la Selección Española de Fútbol presente en el Campeonato del Mundo de Italia 1990, buscando definir las características cineantropométricas del futbolista de élite.

Se tomaron 39 medidas antropométricas: peso, talla, envergadura, 7 pliegues cutáneos, 8 alturas, 10 perímetros y 11 diámetros para el cálculo del somatotipo, composición corporal y proporcionalidad. La edad media era $26,1 \pm 2,19$ años, peso $77,3 \pm 6,08$ Kg y talla $177,7 \pm 6,53$ cm. El porcentaje de grasa obtenido con la fórmula de Faulkner era $11,16 \pm 1,58$ %, con un coeficiente para cálculo de peso idóneo de 1.126 (Peso Ideal = PMC * 1,126). Con la fórmula de Yuhasz el porcentaje fue $7,9 \pm 1,3$ y el coeficiente 1.085.

Mediante el método antropométrico de Heath-Carter se obtuvo un somatotipo medio de 2,2 en endomorfia, 5,1 en mesomorfia y 1,9 en ectomorfia, resultados que fueron considerados para el control y

seguimiento cineantropométrico del futbolista de élite.

El estudio de la composición corporal se realizó a través del perfil y suma de pliegues cutáneos, estimándose el porcentaje de grasa con las fórmulas de Yuhasz (% de Grasa = $(\text{SUM } 6 \times 0.1051) + 2.585$) y de Faulkner (% de Grasa = $(\text{SUM } 4 \times 0.1537) + 5.783$) siendo SUM6 la sumatoria de 6 pliegues cutáneos en mm (tríceps, subescapular, suprailíaco, abdominal, muslo y pierna) y SUM4 (tríceps, subescapular, suprailíaco y abdominal).

Teniendo en cuenta las características de la población y considerando su porcentaje de grasa como ideal para el fútbol, calculamos el peso adecuado o idóneo utilizando la siguiente deducción matemática de la fórmula general:

$$PT = PG + PMC$$

$$PT = (\% G * PT) + PMC$$

$$PMC = PT - (\% G * PT)$$

$$PMC = PT (1 - \% G)$$

$$PT = PMC / (1 - \% G);$$

$$PI = PMC (1/1 - \% G)$$

Donde PT: Peso Total; PG: Peso Graso; PMC: Peso Magro Corporal; % G: porcentaje de Grasa; PI: Peso Ideal (en el presente estudio aparece como peso adecuado).

El estudio del somatotipo se llevó a cabo con el método antropométrico de Heath-Carter. La identificación de los 3 componentes del somatotipo (Endomórfico, Mesomórfico y Ectomórfico) se completó con el análisis de

dispersión de la muestra (SDI y SAM) y representación gráfica en la somatocarta (X,Y).

El cálculo del peso idóneo en el futbolista de élite se obtiene multiplicando el PMC por 1.126 cuando se utiliza la fórmula de Faulkner ($PI = PMC * 1.126$). Si se utiliza la fórmula de Yuhasz el coeficiente para el peso idóneo es 1.085 ($PI = PMC * 1.085$). El somatotipo del futbolista de élite es mesomórfico dominante. El estudio del somatotipo reveló una gran homogeneidad entre los componentes de la selección sin existir diferencias significativas por puestos de juego.

De esta manera los datos cineantropométricos aportados por la Selección Española de Fútbol son de gran utilidad y constituyen una referencia y control importante de las características morfológicas de futbolista de élite a nivel mundial.

- Trabajos realizados por Rivera Sosa, J.M. en el año 2006, adscrita a la Facultad de Educación Física y Ciencias del Deporte (Laboratorio para la Actividad Física y Salud) de la Universidad Autónoma de Chihuahua, México, donde se valoró el somatotipo y proporcionalidad de futbolistas universitarios mexicanos respecto a futbolistas profesionales enriquecen, igualmente, el estado científico actual de la temática estudiada. Los resultados fueron publicados en la Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (<http://cdeporte.rediris.es/revista/revista21/artfutbol21.htm>)

El estudio morfológico de la muestra de atletas universitarios de la disciplina de fútbol de sala (rápido), se comparó con el atleta élite sudamericano en el aspecto antropométrico, de composición corporal, somatotípico y proporcionalidad. Los resultados obtenidos muestran que los atletas universitarios evaluados presentan características discordantes con la población deportiva elite de su disciplina, con diferencias en edad,

estatura y peso, porcentaje de grasa y perfil proporcionalidad. En somatotipo presenta correspondencia en la dominancia de la mesomorfia y la categorización de mesomorfo balanceado, pero con diferencias en la endomorfia y la mesomorfia.

Por eso se concluye que el grupo de atletas futbolistas universitarios presentan un perfil antropométrico y somatotipo propio de un deportista, pero que muestra diferencias notables respecto del atleta elite de futbol profesional, presentando mayor adiposidad y porcentaje de grasa corporal. El somatotipo de los universitarios es Mesomorfo balanceado similar al atleta elite, pero con un SAM más disperso y con valores mayores en endomorfia y menores en mesomorfia. El SAD indica que el somatotipo del universitario es distante del elite. Se ha demostrado que utilizar el perfil del atleta elite como modelo de referencia para la proporcionalidad muestra con mayor claridad las diferencias entre el grupo de estudio y la referencia (Rivera Sosa, 2006).

Desde esta perspectiva se ha considerado que la cuantificación de los aspectos de la constitución morfológica puede conducir a una comprensión mejor de la relación entre la constitución y el funcionamiento, pero es necesario resaltar que se deben de incorporar valoraciones funcionales como lo son sus capacidades físicas, las cuales en conjunción con la determinación del somatotipo podrían asegurar la información más acertada sobre el estado morfológico y funcional del atleta, e identificar sus características y concordancia con los requerimientos del deporte (somatotipo adecuado), donde para el fútbol los requerimientos implican una combinación de habilidades motoras gruesas y finas (Rienzi y cols. 2000).

- En el ámbito nacional se encontraron dos trabajos realmente significativos para el presente estudio. El primero fue realizado por Ramón Yehison

Barajas, docente de la Universidad de Pamplona (Norte de Santander, Colombia), con los jugadores profesionales de fútbol del Club Atlético Bucaramanga y buscaba encontrar valores de referencia para conocer e interpretar el porcentaje de grasa individual y grupal, y comparar cada deportista con aquellos que realizan su misma disciplina deportiva pero ocupan una situación diferente en el campo de juego, a través de 24 pruebas antropométricas a deportistas de élite de la primera división de fútbol del fútbol profesional colombiano, valorando su composición corporal pero haciendo mayor hincapié en el porcentaje graso, principal variable de estudio. Para el cálculo del porcentaje graso se recogieron los siguientes datos: Edad, peso, talla, pliegues (trícipital, subescapular, suprailíaco, abdominal, muslo, pierna); los diámetros óseos (biestiloideo, biepicondilar humeral, biepicondilar femoral) y los perímetros (brazo y muslo maximal). Se valoró el porcentaje graso mediante la fórmula de Yuhasz modificada por Faulkner y el porcentaje muscular mediante la fórmula de Martin. El Promedio de edad del grupo masculino fue de: 24.79 años, con un promedio de Talla de 1,78 metros, promedio de Masa de 76,96 Kg. y un IMC de 24,17.

Los resultados encontrados indican que el porcentaje graso de los futbolistas que se analizaron en este estudio, se encuentran dentro del rango estipulado por el Comité Olímpico de los Estados Unidos (COEEUU) en el año 1998, donde se determinó que los deportistas de alto rendimiento se deben encontrar en un porcentaje graso que fluctúe entre el 4% y 10%. También se obtuvieron valores medios, y desvíos estándares en cada grupo de edad, peso, talla, y composición corporal que sirve como referencia para estudios comparativos con otros equipos a nivel nacional e internacional, el componente somatotipológico predominante encontrado fue la mesomorfia (Barajas Ramón, Y.; Correa Pérez, E. A., 2011).

- El otro trabajo nacional se conoce bajo el título de Comparación de la composición corporal en futbolistas colombianos de diferentes categorías. Fue realizado por Serrato, R. M.; Sarmiento, J. M. y Peralta, H., médicos residentes de Medicina del deporte, E. C. M. Allí se realizaron medidas antropométricas a 64 futbolistas pertenecientes a las más importantes categorías de fútbol del país, con el fin de evaluar su composición corporal para determinar ciertos parámetros morfológicos útiles en la selección de talentos y en la optimización del rendimiento de los jugadores por posición de acuerdo a sus características antropométricas. Se encontraron diferencias estadísticas significativas en los cuatro componentes medidos por el método de Ross y Guimaraes ($P < 0.05$). Además, se pudo establecer que las variables más importantes para la evaluación de los futbolistas, de acuerdo a la posición y categoría, lo constituyen el peso corporal, la talla, el peso residual, el peso óseo y el peso muscular. El porcentaje de grasa, y por ende el peso de la masa grasa, fue muy similar para todas las categorías, pero nunca excedió el 12%. También se pudo demostrar que el entrenamiento deportivo modifica substancialmente tanto el peso muscular como el peso óseo; mientras que el somatotipo promedio para los futbolistas colombianos está muy cerca al reportado mundialmente para los futbolistas de alto nivel, es decir el meso-endomorfo o endomorfo balanceado (Serrato, R. M.; Sarmiento, J. M.; Peralta, J. F.).
- En el contexto internacional uno de los trabajos más reconocidos es el realizado, con futbolistas profesionales de élite de seis países de Sudamérica participantes de la Copa América de 1995, por Rienzi y Mazza (1998) sobre aspectos morfológicos y funcionales. Allí se enfatiza en un análisis cineantropométrico detallado por nacionalidad y por posición de juego relacionándolos con variables fisiológicas (Rienzi, E. y cols. 2000). Este último enfoque ha sido abordado por diferentes

investigadores (Reilly, T, Williams AM, Nevill A y Franks A, 2000; Reilly T, Bangsbo J, Franks A, 2000; Al'Hazzaa, HM, 2001)

Como juego el fútbol las demandas fisiológicas son multifactoriales y varían marcadamente durante un partido. Las altas concentraciones de lactato sanguíneo y las elevadas concentraciones de amonio (NH_3) durante los períodos de juego, indican que ocurren grandes cambios metabólicos musculares e iónicos. Las demandas pueden ser, entonces, muy altas variando con el nivel de competencia, estilo de juego, posición de juego y factores ambientales, y llevando a la fatiga, interfiriendo en el rendimiento físico potencial y en eficiencia técnica aún a intensidades submáximas de ejercicio (Reilly, 1994).

Bajo estas circunstancias el patrón de ejercicio puede describirse como intervalico y acíclico, con esfuerzos máximos superpuestos sobre una base de ejercicios de baja intensidad (trote suave y caminata) para pasar en cualquier momento a realizar carreras máximas. Existe así un cambio de actividad aproximadamente cada 4 segundos, que enfatiza la naturaleza intervalada del deporte. Cada partido implica 1000 a 1200 acciones que incorporan cambios rápidos y frecuentes de ritmo y dirección así como la ejecución de las habilidades de juego (Reilly y Thomas, 1976; Bangsbo y cols., 1991).

8. MARCO TEÓRICO

El termino antropometría, se deriva de la lengua griega ***Anthropo*** que genéricamente identifica al hombre y ***Metry*** que traduce medida, así la antropometría puede entenderse como la técnica organizada para medir y realizar observaciones en el cuerpo humano, en el esqueleto, en el sistema muscular, componentes grasos y peso residual utilizando métodos establecidos y adecuados de análisis y cuantificación de manera científica.

La antropometría se ha convertido en la ciencia que utiliza la medida en el estudio del tamaño, forma, proporcionalidad y maduración del cuerpo humano con el objetivo de ampliar la comprensión del comportamiento humano con relación al crecimiento, desarrollo, la actividad física y el estado nutricional; así la actividad y la influencia de esta ciencia se inicia en los campos de la antropología criminal y forense, posteriormente en la medicina, en la antropología constitucional y física, por eso es a menudo vista como la herramienta tradicional, y tal vez básica, de la antropología biológica. En la actualidad, la antropometría tiene varios usos prácticos, la mayoría de ellos benignos: por ejemplo, asiste a la ergonomía y, cada vez, adquiere una mayor práctica en la educación física y en las ciencias deportivas, en la valoración del nivel nutricional y para vigilar el crecimiento de los niños, con lo cual se puede afirmar, sin lugar a equívocos, que la antropometría ha encontrado un incremento en su uso en las Ciencias Biomédicas, la Actividad Física y las Ciencias del Deporte; se apoya, no

obstante, en la estadística como instrumento de análisis para los resultados obtenidos.

Las ideas fundamentales de esta técnica nacieron y se desarrollaron con el hombre, remontándose en su base histórica a la antigua Grecia. Hipócrates, cerca de 400 años a.C. presentó la primera clasificación biotipológica conocida: Tísicos (delgados) y Apopléjicos (musculosos), a la vez, describió una asociación de cuatro humores corporales conocidos como "*Humores Hipocráticos*": Flema, Bilis Amarilla, Bilis Negra (Atrabilis) y Sangre; los relacionó, respectivamente, con los elementos cósmicos del agua, fuego, tierra y aire para determinar el tipo de temperamento: sanguíneo, melancólico, colérico y flemático, se considera que esta fue la primera clasificación de la caracterología humana.

La antropometría ha sido definida, igualmente, como una especialidad científica que aplica métodos para la medición del tamaño, la forma, las proporciones, la composición y la maduración corporal (Ross W. , 1982). Es considerada una disciplina básica para la solución de problemas relacionados con el crecimiento, el desarrollo, el ejercicio, la nutrición, y la performance, que constituye un eslabón cuantitativo entre estructura y función, o una interface entre anatomía y fisiología o performance. Describe la estructura morfológica del individuo (sea éste deportista competitivo o recreativo) en su desarrollo longitudinal, y las modificaciones provocadas por el crecimiento y por el entrenamiento. La Tabla 1, presentada a continuación, sintetiza los conceptos vertidos.

En la actualidad las técnicas modernas antropométricas son utilizadas en todo el mundo para apoyar los estudios de caracterización, selección y estandarización de "perfiles" morfológicos, somatotipos y composición corporal de atletas; de igual forma sucede con poblaciones sedentarias.

Tabla 1. Definición y Estructura de la Antropometría

IDENTIFICACIÓN DE LA ANTROPOMETRÍA	ESPECIFICACIÓN	APLICACIÓN	RELEVANCIA
<i>Medición del Cuerpo Humano en relación con la función y el movimiento</i>	<i>Comprende el estudio del cuerpo humano en cuanto a:</i> Tamaño, Forma, Proporciones, Composición, Maduración y Función grosera.	<i>Para colaborar en la función de:</i> Crecimiento, Nutrición, Ejercicio y Performance	<i>Con implicaciones para:</i> Medicina. Educación Física, Deportes, Educación, Políticas de Gobierno

Fuente: Modificado por Ross y Otros, 1982.

La antropometría es altamente objetiva y crecidamente confiable, en manos de especialistas entrenados (*“antropometristas”*); sin embargo, el significado biológico o funcional de muchas dimensiones no ha sido objetivamente aún establecido. La clave para una antropometría efectiva yace en el entendimiento del significado o la significancia de las mediciones específicas, con el objeto de hacer la elección correcta que permita respuestas efectivas a las preguntas formuladas. Las mediciones difieren en sus utilidades y algunas se han establecido firmemente debido más a una repetición o actitud mecanicista que a razones reales de sentido en su utilidad práctica.

Se destaca, además, que la antropometría no es un método invasivo en un sentido fisiológico. Todas las mediciones son dimensiones externas del cuerpo, o de sus partes. Sin embargo, puede en algunos casos ser considerada invasiva en un sentido personal: *“una persona está siendo medida”*. Por eso en algunos grupos poblacionales, por pautas morales, religiosas o culturales pueden limitar las dimensiones que pueden ser medidas. No obstante, no se puede, bajo estas consideraciones, desconocer que el tamaño del cuerpo y las proporciones, el físico y la composición corporal resultan ser factores importantes en la *performance física* y la aptitud física de la población en general.

8.1. COMPOSICIÓN CORPORAL

La composición corporal como área de estudio de la antropometría se encarga de realizar el análisis de la constitución orgánica a través del fraccionamiento del Peso Corporal Total (PCT) en componentes (o compartimientos) con el objeto de determinar, en kilogramos, los tejidos que forman el organismo humano.

Matiegka (1.921) propuso desde esta perspectiva un método, fácil tanto en ejecución como en comprensión, utilizando como instrumento de evaluación las medidas antropométricas. El método se basa en el fraccionamiento del PCT en cuatro (4) componentes o compartimentos: Óseo, Muscular; Graso y Residual; con ésta división y utilizando protocolos aceptados por los investigadores del área, se puede determinar el peso de los cuatro principales componentes que analizados parcialmente o como un todo, permiten extraer conclusiones o definir la estructura orgánica de los sujetos evaluados y, a partir de allí, observar las variaciones provocadas por los factores que actúan sobre este sistema, tales como el crecimiento, la alimentación y la actividad física, entre otros.

El análisis se realiza, generalmente, con relación al peso y a la estatura buscando clasificar a los individuos de acuerdo a los resultados encontrados; la tendencia de efectos hacia pesos corporales elevados refiere exceso de peso o un alto valor de grasa corporal subcutánea. Sin embargo, se pueden cometer errores o caer en engaños si se considera la relación exclusiva existente entre peso y estatura, especialmente cuando se trata de deportistas; estos exigen la realización de un análisis más profundo. Si por ejemplo, se estudia a un sujeto que practica actividad físico - deportiva con una estatura de 185cm. y un PCT de 110Kg. y se correlacionan únicamente estas dos variables antropométricas se podría deducir que se trata de un sujeto obeso o con tendencia a la obesidad; pero si se descompone el PCT se podrían encontrar datos que lo clasificarían

como lanzador de martillo y portador de un gran desarrollo muscular relativamente mayor que la cantidad de peso graso.

Desde esta perspectiva se encuentran, igualmente, errores en las tablas de referencia que correlacionan las variables de peso y talla, pues no determinan con precisión los pesos considerados como adecuados para hombres y mujeres, especialmente si son deportistas; su uso resulta contraindicado en investigación según Keys y Brozek (1953) por múltiples factores entre los que se destacan:

- Establecen pesos normales pero no demuestran las condiciones existentes. El incremento del PCT con relación al crecimiento cronológico es un hecho estadísticamente comprobado, aunque biológicamente no sea un acontecimiento deseado; además, sólo una marca de valores se especifica por género.
- Los pesos considerados como “*Adecuados*” (“ideales” en otras concepciones) son dados en escalas y no en puntos.
- Es necesario considerar la formación corporal como criterio del peso individual, mientras que la estatura por sí sola no es razón suficiente ni adecuadamente válida.

Bajo estas consideraciones, la interpretación individual del peso corporal correspondiente a la estatura, no es tan simple o sólo informativa como parece (Garn, 1986; Garn et al, 1986; Martín et al, 1986; Ross et al, 1984, 1987. Cfr. Dirix, Knuttgen y Tittlel, 1988); de igual manera, la variación del peso corporal no se reduce a una simple función de adiposidad, sino que refleja la morfología básica del individuo.

Hacia la década de los años 30's, surgió el concepto de la división del PCT en dos componentes: el peso graso y la masa corporal magra. Los estudios que originaron este tipo de fraccionamiento se fundamentaron en la difusión del

nitrógeno (N^2) en los tejidos del cuerpo y el responsable del desarrollo del método fue Behnke en 1939. En esta época ocurrió un accidente con el submarino americano U.S.S. Squalus y las operaciones de rescate realizadas a una profundidad de 150m., requerían que los científicos discutieran diariamente problemas de flotación, de desplazamiento de masa de agua y de peso bajo el agua. Necesitaban informes sobre adiposidad que permitieran o facilitaran el trabajo de los buzos utilizados en el rescate. Behnke pensó en medir el volumen del cuerpo humano en tanques de inmersión, desarrollando así sus conceptos sobre gravedad específica a través del principio de física descubierto por Arquímedes dos siglos atrás: *“todo cuerpo en contacto con un líquido en equilibrio experimenta una fuerza vertical dirigida de abajo hacia arriba igual al peso del volumen del líquido desplazado”*.

Se cuenta que Arquímedes desarrolló este concepto intuitivamente cuando se bañaba en una piscina, mientras trataba de resolver un problema que le había propuesto su rey Herion. El monarca poseía una corona sagrada que se decía pesaba 9Kg de plata pura, más él sospechaba que había sido alterada en su composición con partes de oro. Entonces, le pidió al filósofo que averiguara si sus sospechas eran ciertas o no. Arquímedes construyó dos modelos de la corona con el mismo peso pero uno en oro y el otro en plata. Colocó los modelos sobre el agua y verificó que desplazaban cantidades diferentes de líquido. Cuando la corona original fue sometida al mismo procedimiento observó que el desplazamiento del líquido era mayor que el provocado por el modelo de oro y menor que el provocado por el modelo de plata. Así, Arquímedes demostró al rey que sus sospechas eran ciertas pues la pieza no era de plata pura. Conociendo los pesos de la corona en el aire y en el agua, además de la densidad de los dos metales, otro autor: Morales, determinó que la cantidad de plata sustituida por oro fue de 24.6%, lo que correspondía a 2.21Kg. En la actualidad se utilizan las ecuaciones propuestas por Behnke para determinar el porcentaje de grasa a través del peso hidrostático

Conocida la relación entre la densidad y el porcentaje de grasa y, siendo la densidad la razón entre la masa y el volumen de un cuerpo, es suficiente para determinar su volumen y, a partir de allí, poder estimar el fraccionamiento en un sistema de dos componentes, ya que no hay mayores problemas en medir el peso. Diversas soluciones fueron propuestas, sin embargo, son las de Behnke, utilizando el peso hidrostático, la más utilizada. Además, a través del volumen del líquido desplazado, es Siri quien mide la disolución del gas Helio en una cámara especial.

En los inicios de la década de los años 50's, Soberman elaboró una técnica de medida de la cantidad de agua existente en el cuerpo humano, a través de la antipirina. Se sabe que el agua se fija apenas en la masa corporal magra, esta observación permitió determinar el peso de grasa utilizando este método a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Peso Graso} = \text{Peso Total} - \text{Peso Masa Corporal Magra}$$

Esta ecuación fue estudiada a partir de la totalidad de agua existente en el cuerpo, obteniendo en relación a la densidad una correlación de 0.91. Siri, siguiendo esta línea de investigación, procuro determinar la Masa Corporal Magra (MCM) utilizando Agua Tritiada¹.

¹ El agua pesada es agua formada por átomos de deuterio (hidrógeno pesado). La fórmula química del agua deuterada, óxido de deuterio o agua pesada es: D_2O o 2H_2O . No obstante, existen otras variedades isotópicas como: agua tritiada, óxido de tritio o agua superpesada cuya fórmula química del es: T_2O o 3H_2O . Además, está el agua semipesada cuya fórmula química es HDO , DHO o $^1H^2H O$. y una forma sin nombre que correspondería a un "agua semi - superpesada", a veces llamada agua tritiada, cuya fórmula química es HTO , THO o $^1H^3H O$. Estas formas son radiactivas y de suma utilidad para detectores de neutrinos (son partículas subatómicas tipo fermiónico, de carga neutra y espín $\frac{1}{2}$).

Desde entonces la preocupación científica por perfeccionar el análisis de la composición corporal ha evolucionado permitiendo que algunas áreas de las ciencias aplicadas como la nutrición, la bioquímica, la fisiología, la antropología y la propia educación física contribuyan con el desarrollo en las técnicas de medición, pues se busca una mayor y mejor comprensión de los factores que intervienen en la formación de los individuos, lo que ha permitido, igualmente, determinar con mayor precisión el grado de obesidad o de delgadez del sujeto estudiado y el grado de crecimiento o de desarrollo de los segmentos corporales.

Se puede establecer, entonces, un peso considerado “*adecuado*” para un momento determinado del entrenamiento o la competencia, en el que el individuo obtenga un buen rendimiento de sus funciones, por tanto, conocer el organismo auxiliándolo con el diagnóstico y manejo de ciertas enfermedades metabólicas ocasionadas principalmente por la obesidad excesiva del organismo. Al referir el término obesidad, es necesario recordar que un sobrepeso no es condición necesaria para afirmar que existe obesidad. Parizkova afirma que en algunos casos, el peso de grasa aumenta sin elevar excesivamente el valor del peso corporal debido al gasto de la masa corporal magra, en especial de la musculatura que esta poco desarrollada y asociada a una baja actividad física.

Por esto, el conocimiento de la constitución del cuerpo es importante al realizar la evaluación antropométrica y/o nutricional ya que permite orientar al individuo en la ingesta alimentaria con una dieta adecuada que le permita acceder a un peso “adecuado” y con una distribución ajustada de sus componentes.

Cuando se hace referencia a la relación existente entre nutricionista y deportista se destaca la necesidad del primero en conocer la estructura orgánica interna del segundo y cuándo se puede considerar necesario establecer un control sobre la intensidad del entrenamiento y/o sobre el aporte calórico requerido por el atleta que le garantice obtener una mejor forma y condición física y posteriormente mejores resultados.

Desde esta perspectiva, en el contexto de la evaluación físico-deportiva el atleta constituye el centro de estudio y requiere un control sobre cada uno de los parámetros que puedan intervenir en el rendimiento deportivo. Uno de estos parámetros, quizá el más importante, es la determinación de su composición corporal pues permite que el entrenador acompañe científicamente a su dirigido. Sólo así se pueden determinar las alteraciones del peso corporal y en el caso de bajos rendimientos se podría verificar la incidencia o no de la distribución de los componentes corporales en la performance deportiva. Completando la evaluación se podría recomendar la realización de actividades físicas acorde con las necesidades. En deportes que tienen el peso corporal total como factor determinante de la categoría en que el atleta deba competir (deportes de combate como el judo, boxeo, halterofilia, entre otros, por ejemplo), podrían existir ocasiones en las que el atleta presente un peso elevado para permanecer en la categoría para la que está entrenando. Al realizar un análisis de la distribución del peso óseo, muscular, residual y de grasa (composición corporal), podría verificarse si le es más favorable al atleta perder peso para continuar en esa categoría o permanecer con el peso elevado tratando pasar a una categoría mayor a la suya. Surge en este punto una propuesta para ser analizada y discutida en los deportes que tienen como base el peso corporal total, la posibilidad de incluir el estudio de la composición corporal como criterio discriminatorio de los atletas en las diversas categorías. Se toma como consideración de la propuesta el hecho de que individuos más fuertes y pesados llevan ventajas sobre sus adversarios en los deportes de combate y halterofilia y, de esta manera, se podría correlacionar mejor la importancia de la clasificación en las diversas categorías teniendo en cuenta la composición corporal.

De otro lado, resulta importante reconocer que la inactividad o falta de actividad física conlleva al sedentario y esta condición está asociada a la obesidad, generando riesgos sobre la salud que si no son controlados oportunamente deterioran el organismo; enfermedades como las coronariopatías

pueden tener origen en hechos como la inactividad y la obesidad. Con la falta de actividad físico - deportiva regular y sistemática y con el hábito alimentario en desacuerdo con las necesidades individuales, las enfermedades coronarias se manifiestan en edades cada vez más tempranas. Con el incentivo de actividades físicas específicas para individuos que no están acostumbrados con la práctica de ejercicio acompañado con un control sistemático de los componentes corporales se podrá prescribir un trabajo físico que atienda las necesidades reales de cada individuo. Conocer el estado o condición física de sujeto es determinar si se trata de un individuo portador de características atléticas que puede desarrollar su masa muscular o si por el contrario trae un aumento substancial del peso corporal por un exceso de agua corporal o de tejido adiposo; los individuos sin características atléticas presentan tejido adiposo como responsable de sus diferencias individuales en el peso corporal.

8.2. METODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL HUMANA.

Jinrich Matiegka conocido como el padre de la composición corporal propone, en el año 1921, un método antropométrico para fraccionar el peso corporal en cuatro componentes principales, conocido como “*Modelo de 4 Componentes*” o “*Método tetracompartimental*”. Los componentes están determinados, respectivamente, por la grasa, el hueso, el músculo y el tejido residual o remanente. Este autor, interesado en conocer la capacidad funcional de trabajo físico de los hombres, asoció el peso del músculo con la fuerza corporal medida por un dinamómetro de mano, encontrando una correlación positiva; no obstante, su trabajo investigativo y sus resultados fueron ignorados

por más de seis décadas.

Los estudios de composición corporal se comenzaron a popularizar en la década del 40's con el modelo de dos componentes moleculares creado por Albert Behnke, académico de las fuerzas armadas de Estados Unidos. Behnke tenía dos preocupaciones principales, en primer lugar los reclutas con grandes masas musculares (jugadores de fútbol americano, atletas) que eran rechazados por tener sobrepeso para ingresar en las filas del ejército y, en segundo lugar, los buzos de la marina con mucho tejido adiposo quienes corrían el riesgo de padecer trastornos fisiológicos debido a la disolubilidad del nitrógeno en los lípidos del cuerpo. Behnke necesitaba un sistema para diferenciar la composición del cuerpo y optó por la medición de la densidad corporal como método adecuado, ya que la masa grasa (MG) posee una densidad menor que la masa libre de grasa (MLG). En consecuencia una persona con mucha grasa tendría una menor densidad. Estos valores de densidad de 0,9 y 1,1g/ml para la MG y la MLG respectivamente, fueron obtenidos por los estudios adelantados por Rathbun y Pace (1945) sobre el análisis químico realizado en unos 50 cerdos de la India, eviscerados y afeitados. Los autores supusieron que en seres humanos esto no variaría mucho. Algunos análisis químicos en cadáveres, llegaron a resultados similares.

La idea central de este método de dos componentes, también conocido como el "*Método Bioquímico (Nivel II)*", consiste en medir la densidad corporal. Para esto se fundamentaron en el Principio de Arquímedes. Los métodos que determinan la densidad corporal total han sido ampliamente utilizados en investigación para estimar la composición corporal humana de poblaciones sanas. Estos métodos se basan en el "*Modelo Bicompartimental*" según el cual el organismo está compuesto por MG y MLG, pudiendo conocerse la proporción de cada uno de ellos en función de su densidad. Por tanto, la densimetría constituye uno de los métodos indirectos de laboratorio más ampliamente utilizado para la estimación de la MG y la MLG. Se debe aclarar que es la

densidad de la grasa la que menos variación presenta entre sujetos (0,9g/ml), entonces este sistema bioquímico de dos componentes por medio de hidrodensitometría funciona bien si lo único que variase fuese la grasa corporal. El gran problema es la gran variabilidad que posee la MLG, tanto en las proporciones de sus componentes como en la densidad del esqueleto.

Para que este método funcione se debe partir de tres suposiciones o consideraciones de constancia biológica: 1) que las densidades de la MG y MLG son de 0,9 y 1,1g/ml en todos los individuos, 2) que las densidades de los componentes de la MLG son iguales en todos los individuos y 3) que las proporciones de los componentes de la MLG son iguales en todos los individuos.

A finales de la década los 60's aparece una serie de autores cuyos trabajos fueron de total y capital importancia para llegar al concepto actual de la composición corporal. Se destaca entre ellos: Von Döbeln (1964), quien determinó una fórmula para el cálculo del "*peso óseo*" y que fuera más tarde modificada por Mauricio Rocha (1975); Würch (1974) quien estudia el "*peso residual*" y Faulkner (1968) quien utiliza los "*pliegues cutáneos*" (4 en su fórmula) para obtener el "*porcentaje de grasa*". Desde esta década, en todo el mundo muchos estudios han utilizado los pliegues cutáneos como un nuevo método de valoración en pruebas de acondicionamiento físico correlacionadas con la salud.

Subsecuentemente a estas investigaciones para establecer los métodos indirectos de determinación de la composición corporal humana comenzaron a introducirse una muy variada gama de métodos. Todos los intentos de revisión bibliográfica realizados hasta ahora han resultado, sin embargo, limitados. Los aspectos plasmados en este aparte se derivan de la traducción y adaptación realizada por la doctora Eva Sierra Garrido, profesora asociada del departamento de Nutrición de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia, sobre un artículo de revisión del Ph. D. Henry C. Lukaski,

quien resume, no sólo los antecedentes de cada una de las técnicas establecidas sino que describe la precisión del error de cada una de ellas y enfatiza en las ventajas y limitaciones de los métodos (Sierra Garrido E. , 1987)².

Se asume que la composición química del Cuerpo Libre de Grasa es relativamente constante:

Densidad	1.1gr./c.c. a 37°C.
Agua	72% a 74%
Potasio	60 a 70 mMol/Kg. (Hombres)
	50 a 60 mMol/kg. (Mujeres)

La grasa o triglicérido depositado, el cual es anhidro y libre de potasio, tiene una densidad de 0.900gr./c.c. a 37° C. Durante la derivación del modelo de los dos componentes o compartimentos, Keys y Brozek dividieron el cuerpo del mamífero en cuatro grupos químicos: Agua, Proteína, Mineral Óseo y Grasa. Anderson más tarde utilizó medidas de potasio corporal y agua para estimar estos componentes. Sólo recientemente los avances tecnológicos han estado disponibles para permitir determinar en vivo estas cuatro variables de la composición corporal. Los modelos de dos y cuatro componentes y/o compartimentos han servido como base o soporte para el desarrollo de todos los demás métodos de determinación de la composición corporal.

La doctora Sierra Garrido presenta la clasificación de los métodos como *Tradicionales* y *Nuevos*, donde los tradicionales representan los métodos establecidos de estimación de la composición corporal, mientras que los nuevos reflejan hipótesis y tecnologías contemporáneas.

² La mayoría de los métodos de composición corporal se basan en el modelo en el cual el cuerpo consiste, desde el punto de vista químico, en dos componentes y/o compartimentos: Cuerpo Graso y Cuerpo Libre de Grasa.

Se destacan entre los *Métodos Tradicionales*: Total de Agua Corporal, Total de Potasio Corporal, Excreción Urinaria de Creatinina, Densimetría y Antropometría; mientras que entre los *Métodos Nuevos* están: Análisis de Activación de Neutrón, Total de Calcio Corporal, Total de Nitrógeno Corporal, Metabolitos Musculares, Excreción Endógena Urinaria de 3 Metil-Histidina, Absorciometría (de un solo fotón, dual de fotones), Conductancia Eléctrica (Impedancia Bioeléctrica, Conductividad Eléctrica Corporal Total), Tomografía Computarizada, Espesor de Tejido Adiposo Subcutáneo, Ultrasonido, Interactancia Infrarroja e Imagen de Resonancia Magnética.

Todos los métodos de determinación de la composición corporal, afirma en su trabajo la doctora Sierra Garrido, han sido desarrollados con la presunción de la madurez química y se sabe, corrobora, que en cierto punto durante el crecimiento humano, la composición química del cuerpo libre de grasa se aproxima a la del adulto. Moulton estimó que la madurez química es alcanzada en los humanos a la edad de tres (3) años. Sin embargo, todos los intentos para utilizar en pre-pubescentes saludables y en niños adolescentes, las ecuaciones basadas en adultos han llevado, por lo general, a estimativos inexactos de la composición corporal porque estos grupos poblacionales tienen un contenido mayor de agua y una menor densidad ósea que los adultos.

A la hora de entrar a determinar la composición corporal humana para un estudio específico, la selección de uno u otro método indirecto no sólo ha de tener en cuenta estas consideraciones, sino otra muy variada gama de factores que posibilitaría que el método fuera relativamente poco costoso y no ofreciera inconvenientes para el sujeto con lo cual el método sería considerado como ideal. Desafortunadamente, ningún método disponible llena en la práctica estrictamente estos criterios.

En un sistema de clasificación de escala ascendente que oscila entre 1 (menor) y 5 (mayor), con algunos estimativos desconocidos en la actualidad

sobre la influencia limitante de criterios se resumen, en la Tabla 2 presentada a continuación, las limitaciones que se reconocen para cada uno de los métodos referidos.

Tabla 2. Limitaciones de los Métodos de Determinación de la Composición Corporal

MÉTODO	COSTO	DIFICULTAD TÉCNICA	PRECISIÓN	
			MASA LIBRE DE GRASA	%GRASA
AGUA				
Deuterio	2	3	3	4
Oxígeno-18	5	5	4	3
Trítio	3	3	3	4
POTASIO	4	4	4	3
CREATININA	2	3	2	1
DENSIMETRIA				
Inmersión	3	4	5	5
Pletismografía	4	3	5	5
ESPESOR DE PLIEGUES	1	2	2	2
CIRCUNFERENCIA BRAZO	1	3	2	2
ACTIVACIÓN NEUTRÓN	5	5	5	5
ABSORCIOMETRÍA FOTÓN	4	4	4	4
3 – METILHISTIDINA	2	3	3	?*
ELECTRICO				
Conductividad	5	1	4	4
Impedancia	2	1	4	4
TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA	5	5	?	?
ULTRASONIDO	3	3	3	3
INTERACTANCIA INFRAROJA	4	3	3	3
RESONANCIA MAGNETICA	5	5	?*	?*

?* Desconocido para el momento

Fuente: Métodos para la determinación de la composición corporal. Lukaski, H. C.
Traducción de Sierra Garrido, Elsa. Universidad Nacional de Colombia (s.f.)

Fuente: Adaptado de Lukaski HC: Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. Am J Clin Nutr 1987; 46: 551. *1 = mínimo; 5 = máximo; ? = no se conoce; (Materase, Laura E.; Gottschlich, Michael M., 2004)

8.3. COMPOSICIÓN CORPORAL Y ADIPOSIDAD

La adiposidad elevada (sobrepeso y obesidad) es un factor de riesgo que aumenta la aparición de enfermedades (metabólicas y cardiovasculares, especialmente) y se define como la situación en la que el almacenamiento de grasa se acompaña de riesgos para la salud, claramente mayores o bien como el aumento de tejido adiposo, de forma patológica, en relación al tejido magro; una concepción más reciente promulgada por el Instituto Nacional de la Salud de Estados Unidos sostiene que la obesidad es la excesiva acumulación de energía en forma de grasa. Existen, por tanto, dos problemas al momento de entrar a valorar la composición corporal: determinar cuánto exceso hay de tejido adiposo y cuándo este exceso es perjudicial para la salud.

La grasa corporal se divide en dos componentes, una es la *grasa esencial* que es la mínima necesaria para mantener la vida o desempeñar funciones vitales y reproductivas, la otra es la *grasa depósito* o grasa acumulada en exceso, esencialmente derivada de la ingesta calórica desproporcionada y/o de la insuficiencia de ejercicio. Si bien es cierto que la cantidad de grasa esencial para un individuo no se conoce de manera exacta, se estima que oscila en valores alrededor del 3% al 5% en los hombres y 10% al 12% en las mujeres, mientras que los valores aceptados como adecuados, para personas menores de 30 años de edad, se estiman entre 12% y 18% para los hombres y entre 15% y 21% para las mujeres (American Journal of Clinical Nutrition / American Council On Exercise / Tanita Corporation).

Desde el punto de vista epidemiológico, se han buscado siempre marcadores de obesidad de fácil obtención, fundamentalmente basados en el peso y la talla y, a veces, en la edad como ocurre con el Índice de Brocca, desarrollado en el año 1871 por el médico y cirujano francés Paul Brocca (1824 -

1880) a partir de estudios realizados con soldados y que constituye una forma rápida y sencilla de determinar el “*peso corporal de referencia*” (en el estudio referido como “*peso adecuado*”) de una persona adulta a partir de su estatura con la siguiente ecuación:

$$P(kg) = E (cm) - 100$$

Donde P corresponde al peso corporal expresado en kilogramos y E a la estatura medida en centímetros. El valor varía en relación al género aproximadamente $\pm 10\%$ en hombres y $\pm 15\%$ en mujeres. Si bien actualmente se utiliza aún en algunos trabajos científicos presenta serias limitaciones cuando se realizan estudios médicos en individuos con determinadas y variadas características antropométricas.

Otro método es el Índice de Lorenz, propuesta por el profesor francés Hendrik Antoon Lorentz (1853 – 1928) cuyo resultado debe llevar a pensar que es un peso corporal saludable teniendo en cuenta que el cálculo es diferente tanto para hombres como para mujeres; la diferencia está determinada por estatura y una constante (K) que en los primeros es $K = 4.0$ y en las segundas $K = 2.0$ (Marques Lopes, Iva; Russolillo, Giuseppe; Martínez, J. Alfredo, 2003), según la siguiente ecuación:

$$PI = Talla(cm) - 100 - \frac{Talla(cm) - 150}{K}$$

También se encuentra la propuesta de la Metropolitan Life Insurance Company cuya fórmula es:

$$PI = 50 + [0,75 \times (Talla \text{ en cm} - 150)]$$

El porcentaje de peso ideal (%PI) o Índice de Peso Ideal constituye otra medida antropométrica indirecta, que permite valorar el estado o situación nutricional al comparar el peso real (en el estudio “*peso observado*”) del individuo con su peso de referencia teórico, estableciendo diversos rangos de malnutrición por defecto o por exceso, a través de la siguiente fórmula:

$$\%PI = [(Peso\ real/Peso\ Ideal) \times 100]$$

La interpretación de este índice se realiza según los valores presentados en siguiente tabla (Marques Lopes, Iva; Russolillo, Giuseppe; Martínez, J. Alfredo, 2003) (Ver Tabla 3).

Tabla 3. Estado Nutricional según el porcentaje de peso ideal (%PI)

Estado Nutricional	%PI
Desnutrición severa	< 60
Desnutrición Moderada	60 - 90
Normalidad	90 - 110
sobrepeso	110 - 120
Obesidad	> 120

En 1975, la llamada “*Conferencia Fogarty*” propuso el empleo del índice de masa corporal (IMC), definido por el belga Quetelet (1869) como el cociente entre el peso (en kg.) y la talla (en m.) elevada al cuadrado (P/T^2), buscando un marcador que permitiera comparar distintos trabajos. La generalización del IMC

como definidor epidemiológico se produjo a partir de su uso en el “*Framingham Heart Study*” adelantado por el Instituto Nacional Cardíaco, Pulmonar y Sanguíneo (NHLBI, por siglas en inglés) trabajo que comenzó en 1948, reclutando al grupo original (Original Cohort), compuesto de 5.209 hombres y mujeres de Framingham, entre 30 y 62 años de edad y quienes no habían desarrollado síntomas de ninguna enfermedad cardiovascular o sufrido un ataque al corazón o accidente cerebrovascular. Desde entonces, el estudio ha añadido a los hijos del primer grupo (Offspring Cohort) en 1971; al grupo multicultural Omni en 1994; a la Tercera Generación del grupo original en 2002; a un grupo de los esposos de los "offspring" en 2003 y también en 2003 se añadió un segundo grupo de Omni. A través de los años, el cuidadoso monitoreo de los participantes, ha llevado a la identificación de los principales factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares, así como a proporcionar valiosa información sobre los efectos de estos riesgos, tales como presión arterial, niveles de colesterol y triglicéridos, edad, género y rasgos psicosociales; pero además, por las recomendaciones del Colegio Británico de Médicos, siendo considerado como un buen marcador ya que se correlaciona bien, en general, con la cantidad de grasa total en organismos de adultos en países desarrollados (muchos estudios muestran coeficientes de correlación entre 0,7 - 0,9) y mal con la estatura ($r = 0,03$, aproximadamente). No obstante, esta relación no es tan buena en niños, jóvenes, adolescentes ni en ancianos, ni tampoco en poblaciones de razas no blancas. Al menos entre blancos, la influencia de la edad y el sexo es determinante y así, para un IMC de 30 kg/m², los varones disponen de un 30% de masa grasa a los 20 años y un 40% a los 60 años, en tanto que las mujeres contienen un 40% a los 20 años y un 50% a los 60 años, en promedio, por ello han de tenerse presentes las limitaciones referidas con anterioridad (Oria, E.; Lafita, J.; Petrina, E.; Argüelles, I., 2002).

La relación entre IMC y masa grasa no es lineal, de manera que no puede usarse el IMC en la evaluación clínica de individuos como marcador de masa

grasa, especialmente en niños, jóvenes, ancianos ni en personas que hayan sufrido procesos catabólicos. En la obesidad, especialmente en grados moderados, las relaciones encontradas entre IMC y morbi-mortalidad cardiovascular en varios grupos de población son inconstantes, al igual que con la incidencia y prevalencia de diabetes e hipertensión arterial. En general, se han encontrado relaciones más fuertes entre factores de riesgo cardiovascular y cantidad de grasa intraabdominal que con la grasa total o con el valor de IMC. Por ejemplo, el sobrepeso no se suele considerar como un factor de riesgo de accidente cerebrovascular, pero varios estudios sí han mostrado relación de este riesgo con la grasa intraabdominal.

Estas precisiones nos obligan a aclarar las tipologías existentes en torno a la obesidad. En función de sus causas se describen dos tipos: una la *Obesidad Primaria* debida a un desequilibrio entre el aporte y el gasto energético por sobrealimentación o por disminución de la actividad físico-deportiva, donde se ubican aproximadamente el 90% de los casos y, otra, la *Obesidad Secundaria* como consecuencia de patologías como el hipertiroidismo, traumatismos cerebrales o por tratamientos con corticoides.

Como la grasa depósito se acumula en regiones corporales diferentes según predisposición genética se generan, de acuerdo a su distribución, dos tipologías de la obesidad propias del adulto: una la *Obesidad Ginecoide (o Gluteofemoral)*, da lugar a la figura en forma de pera porque la grasa se localiza en la zona de los glúteos y muslos; es de origen hiperplásico caracterizada por un aumento en el número de adipocitos y por ser poco sensible a la lipólisis, lo que genera mayores complicaciones a la hora de entrar a reducirla. Se cree que este tipo de obesidad es reserva para apoyar las posibles demandas energéticas de embarazo y lactancia; se relaciona, además, con problemas venosos en extremidades inferiores. Otra, la *Obesidad Androide (o Abdominal)*, da lugar a una figura de forma de manzana porque la grasa se acumula alrededor de la cintura y parte alta del abdomen; es de origen hipertrófico y visceral caracterizada

por aumento en el tamaño de los adipocitos alrededor de las vísceras. Este tipo de grasa es sensible a la lipólisis con una rápida movilización de los ácidos grasos libres inducida por catecolaminas y se relaciona con hipertensión arterial, enfermedades cardiovasculares y diabetes mellitus no dependiente de insulina.

Las diferentes culturas dan valor diferente a la composición del cuerpo; sin embargo, algunos consideran el porcentaje de grasa corporal como la mejor medida del nivel de condición física de un individuo por estar relacionada con una mejor salud o mejor el rendimiento atlético, máxime cuando es el único componente de medición que calcula directamente la composición corporal del individuo de manera particular sin tener en cuenta a la altura de la persona o el peso. Por eso mismo los niveles de grasa corporal admiten un carácter epidemiológico sobre el género y la edad, mientras que diversas autoridades han desarrollado diferentes recomendaciones para los porcentajes de grasa corporal ideal, como los expuestos por la American Council on Exercise o Consejo Americano sobre el Ejercicio (Ver Tabla 4).

Tabla 4. Clasificación de la composición corporal según el porcentaje graso (American Council on Exercise)

Clasificación	Hombres	Mujeres
Delgado	< 8%	< 12 %
Óptimo	8 - 15 %	13 - 20 %
Ligero Sob repeso	16 - 20 %	21 - 25 %
Sobrepesado	21 - 24 %	26 - 32 %
Obeso	≥ 25%	≥ 25%

Con el transcurrir del tiempo las cualidades o adjetivos de *gordo*, *graso* o *delgado* se han transformado en cantidades precisas como *obeso*, *sobrepeso* o *insuficiencia ponderal*, términos para los cuales existen

definiciones numéricas que pueden determinarse con una báscula y una cinta métrica. Acá radica la importancia práctica de la determinación corporal, puesto que la medición de estas variables básicas antropométricas nos permite establecer, a partir del porcentaje graso (*“Observado”* y *“Adecuado”*), la masa grasa y la masa magra, el *“Peso de Referencia”* o *“Peso Adecuado”* de un individuo; es decir, el peso teórico con el que un individuo puede tener un superior desempeño en las actividades cotidianas o el peso con el que un atleta, física y biomecánicamente, puede obtener una mayor eficiencia o rendimiento en la actividad físico-deportiva que se involucre (*“Peso de Competencia”*).

Estudios realizados por De Rose y colaboradores, desarrollaron matemáticamente una ecuación para el cálculo del *“peso ideal”* de un deportista, a partir de una constante de 1.12, derivada del porcentaje de grasa de una muestra de referencia según el siguiente procedimiento:

$$PTI = MCM + PGI \quad (1)$$

$$PGI = PTI \times \%GI \quad (2)$$

Dónde:

PTI	=	Peso Total Ideal
MCM	=	Masa Corporal Magra
PGI	=	Peso de Grasa Ideal
%GI	=	Porcentaje de Grasa Ideal

Sustituyendo (2) en (1) tenemos.

$$PTI = MCM + [PTI \times \%GI]$$

$$MCM = PTI - [PTI \times \%GI]$$

$$MCM = PTI [1 - \%GI]$$

Entonces:

$$PTI = \frac{MCM}{[1 - \%GI]} \quad (3)$$

Así, determinado el porcentaje de grasa en un grupo de referencia altamente calificado, es posible llegar a establecer la ecuación del peso ideal para una población específica (De Rose, Pigatto, & Fonticelha de Rose, Cineantropometría, Educación Física y Entrenamiento Deportivo, 1984).

Como ejemplo, los autores estudiaron 209 jugadores profesionales de fútbol de cinco estados brasileiros que participaban de los juegos finales del Campeonato Nacional, determinando el porcentaje de grasa medio de 10.65% (fracción de grasa media 0.1065), que fue por tanto considerado ideal para para esta especialidad. Sustituyendo en la ecuación (3) tenemos:

$$Peso\ Ideal = \frac{1}{[1 - fracción\ de\ grasa\ ideal]} \times MCM$$

Entonces:

$$Peso\ Ideal = \frac{1}{[1 - 0.1065]} \times MCM$$

$$Peso\ Ideal = \frac{1}{0,8935} \times MCM$$

$$Peso\ Ideal = 1.12 \times MCM \quad (4)$$

El mismo racionamiento puede ser desarrollado para determinar el peso ideal de individuos sedentarios del género masculino, y que es de gran importancia en clínica médica, especialmente en la prevención de accidente isquémico y de obesidad. Merriman & Donegan (1973. Cfr. De Rose, Pigatto, & FonticIELha de Rose, 1984) citan como porcentaje de grasa ideal para esta población un valor de 13% (fracción de grasa = 0.1300), lo que al sustituir este valor de porcentaje de grasa ideal en la ecuación se obtiene una constante de 1.15 que es válida para sedentarios.

La determinación del “*Peso Ideal en Futbolistas*”, es aplicable para todos los deportes que presenten características similares de juego. Por aplicación práctica dicha constante viene siendo utilizada en deportes de colaboración oposición, especialmente en voleibol, baloncesto, pero no es recomendable para atletas fondistas o lanzadores dada la constitución tan disímil con los jugadores de fútbol (De Rose, E. H.; Turra Magni, J. R.; Guimaraes, A. C.; Gaya, A. D., 1974).

La Metodología de cálculo del peso ideal (de aquí en adelante denominado “*peso adecuado*”), creado por De Rose, Pigatto y De Rose (1984), a partir del fraccionamiento de la composición corporal de cuatro (4) componentes sugerido por Matiegka (1921), permite hoy día determinar con el mismo razonamiento (ecuación 5 presentada a continuación) , pero con una mayor exactitud esta condición del peso corporal tanto en los deportistas, especialmente cuando existen tablas que establecen los rangos del porcentaje de grasa, considerada igualmente como adecuado (%GCa), según la disciplina o

modalidad deportiva (Ver Tabla 5), como en los sedentarios donde coexisten tablas de estos porcentajes según edad y género (Ver Tabla 6).

$$\text{Peso Adecuado}(kg) = \frac{1}{1 \times [\%GC_a/100]} \times MCM(kg) \quad (5)$$

Tabla 5. Valores estándar de peso y porcentaje de grasa corporal de acuerdo a la modalidad deportiva

Deporte	Hombres		Mujeres	
	PCT (Kg.)	%G	PCT (Kg.)	%G
<i>Tenis de Campo</i>	77	15 - 16	56	20
<i>Atletismo Fondo</i>	63 - 72	05 - 18	53 - 57	15 - 19
<i>Atletismo Medio Fondo</i>	72	07 - 12		
<i>Atletismo Velocidad</i>	73 - 74	05 - 07	57	19
<i>Lanzamiento Disco</i>	105 - 111	16	71	25
<i>Salto y Vallas</i>			59	21
<i>Lanzamiento Bala</i>	113 - 126	17 - 20	78	28
<i>Voleibol</i>	86	12	60 - 71	18 - 25
<i>Pesas Enviñón</i>	77 - 92	16 - 20		
<i>Pesas Olímpico</i>	88	12		
<i>Físico - culturismo</i>	83 - 88	08	54	13
<i>Lucha</i>	66 - 82	04 - 14		
<i>Béisbol</i>	83 - 90	10 - 16		
<i>Baloncesto</i>	84 - 109	07 - 11	63 - 68	21 - 27
<i>Ciclismo</i>	67	09	61	15
<i>Ballet - Danzas</i>			48 - 51	16 - 21
<i>Gimnasia</i>	69	05	50 - 58	10 - 24
<i>Fútbol</i>	72 - 76	09 - 11		
<i>Natación</i>	59 - 79	05 - 11	57 - 67	15 - 26

Data adaptad de from Wilmore JH. Costil DL. Training for Sport an Activity Physiological Basic of the Conditioninig Process 3rd ed Boston. Allyn & Bacon. 1987. Citado en Gatorade Thirst Quencher.

En los últimos años el interés en la relación entre el peso y la salud se ha desplazado, por su prevalencia a la obesidad porque las modificaciones en el peso corporal reflejan un cambio en agua, proteína, grasa y minerales, de ahí que la pérdida de peso total no se deba exclusivamente a la reducción de la grasa

corporal. Usando los datos de los experimentos de semiayuno hechos en Minnesota en 1950, durante la segunda guerra mundial, y tras la liberación de los campos ocupados y el cese de hostilidades, Keys y Col demostraron que los cambios en la composición corporal humana son dependientes de la cantidad y duración del déficit de energía. Las comparaciones de los estimativos del balance energético confirmaron los análisis de composición corporal que mostraron que la pérdida de peso total no se debió solamente a la reducción en la grasa corporal (Miján de la Torre, 2004).

Tabla 6. Valores estándar del porcentaje de grasa corporal en población general, según género y edad

Género	Edad	Categoría de Clasificación				
		Excelente	Bueno	Promedio	Bajo	Deficiente
Hombre	20 - 29	< a 10	11 a 13	14 a 20	21 a 23	> a 24
	30 - 39	< a 11	12 a 14	15 a 21	22 a 24	> a 25
	40 - 49	< a 13	14 a 16	17 a 23	24 a 26	> a 27
	50 - 59	< a 14	15 a 17	18 a 24	25 a 27	> a 28
	> a 60	< a 15	16 a 18	19 a 25	26 a 28	> a 29
Mujer	20 - 29	< a 15	16 - 19	20 - 28	29 - 31	> a 32
	30 - 39	< a 16	17 - 20	21 - 29	30 - 32	> a 33
	40 - 49	< a 17	18 - 21	22 - 30	31 - 33	> a 34
	50 - 59	< a 18	19 - 22	23 - 31	32 - 34	> a 35
	> a 60	< a 19	20 - 23	24 - 32	33 - 35	> a 36

Data adaptad de from Wilmore JH. Costil DL. Training for Sport an Activity Physiological Basic of the Conditioninig Process 3rd ed Boston. Allyn & Bacon. 1987. Cfr. Gatorade Thirst Quencher.

El método ideal para la determinación de la composición humana corporal debería ser relativamente poco costoso en la compra inicial y para el mantenimiento de la operación debería demandar pocos inconvenientes para el sujeto valorado; debe ser operado por técnicos entrenados y rendir resultados altamente reproducibles y exactos. Desafortunadamente, no existe ningún método disponible que llene estos criterios estrictamente. En la práctica, sin embargo, hay un compromiso entre el costo, la facilidad de operación, y la

confiabilidad.

Como las técnicas que son menos costosas tienden a tener poca precisión en el estimativo de la composición corporal mientras las más costosas presentan un mejor potencial de proveer estimativos precisos de la masa grasa y masa magra se ha de tener en cuenta, dentro de las limitaciones descritas, que la selección de cualquier método o la combinación de métodos en sí puede ser útil para llegar a objetivos de investigación; sin embargo, la selección de un todo depende del entendimiento de consideraciones prácticas (costos, facilidad de operación, técnicas requeridas y cooperación del sujeto) y de las limitaciones que el mismo método presente.

8.4. SOMATOTIPO

Sheldon creó, hace ya cerca de cuatro décadas, el término de somatotipo y las técnicas fundamentales para su análisis. En su primera publicación: ***“Variaciones del Físico Humano”***, expuso la teoría de tres (3) componentes primarios, presentes en todos los individuos, en mayor o menor grado. El somatotipo, según el autor, expresa la cuantificación de estos componentes primarios y depende esencialmente de la carga genética, no siendo modificado después del crecimiento, salvo en función de patologías y alteraciones nutricionales.

Varios aspectos del método de Sheldon fueron criticados o modificados, y surgieron técnicas complementarias para perfeccionar la idea básica de expresar la forma humana a través de tres componentes. El

concepto vigente de somatotipo, elaborado por Heath (1963) y Carter (1975), describe la conformación actual, y no lo vincula estrictamente al potencial genético, pudiendo ser modificado, entre otros factores, por el crecimiento y por el entrenamiento; sin embargo, Hipócrates, Galeno y otros precursores de los métodos cineantropométricos actuales ya discutían acerca de la figura humana y de su interrelación con otras variables.

No obstante, se acostumbra a clasificar a los biotipólogos en cuatro escuelas, que poseen métodos y objetivos distintos, y que pueden ser así igualmente descritas.

- **Escuela Francesa.** Se basa sobre todo en aspectos anatómicos. A comienzos del Siglo XIX, Hallé, describió los temperamentos: vascular, muscular y nervioso, que se relacionaban con temperamentos parciales, determinados por el dominio de las regiones cefálica, torácica o abdominal. Sigaud, en el inicio del pasado siglo, buscaba la relación entre el tipo de pensamiento organicista con el ambiente externo, clasificando a los individuos en atmosférico, alimenticio y ambiental social.
- **Escuela Italiana.** Fundamenta su método en la antropometría y sin duda el principal representante fue Viola, quien en 1939 creaba la clasificación de: *longilineos*, *normilineos* y *brevilineos*. A través del uso de la estatura evaluaba comparativamente el tronco y los miembros, teniendo como referencia el normotipo equilibrado. Fue seguido por Pende, quien definía el biotipo como una individualidad personal, resultante de los componentes genéticos y ambientales. Sin duda fue la escuela italiana que

más influyó en la enseñanza de la Biometría en el Brasil hasta los años 70's.

- **Escuela Alemana.** Creada a partir de las ideas de Kretschner, quien en la década de los 30's pensaba en el biotipo apenas en términos de hábitos y de carácter psíquico. Estudiaba enfermos mentales y buscaba correlaciones entre las patologías y la forma del cuerpo. Raramente usaba la antropometría, pues prefería el método de la observación (*somatoscopia*), bastante más empírica. Clasificaba los individuos en: Leptosomáticos, sujetos que presentan, como características corporales, un cuerpo largo y delgado, cabeza pequeña, nariz puntiaguda, poca grasa, cuello alargado. La exageración de esta tipología la denominó como "*asténico*"; Atlético, que evidencian un gran desarrollo óseo y muscular, con tórax y cabeza grande; y los **Pícnicos**, estos sujetos muestran un fuerte desarrollo de las cavidades viscerales, abdomen prominente, tendencia a la obesidad, cabeza redonda, ancha y pesada, extremidades cortas. Estas características se definen a los 40 años, presentan un rostro lleno y acumulación de grasa en la cintura, glúteos y abdomen; en las mujeres aparecen estas características a los 25 años.

Posterior a la clasificación desarrollada, Kretschmer se encontró con una serie de sujetos que no los podía incluir en estas categorías; entonces, creó un nuevo grupo que denominó como *displásicos*, para incluir los casos extremos de los anteriores grupos o los tipos mixtos; por eso son considerándolos como patológicos al presentar, por lo general, anomalías constitucionales como: enanismo, gigantismo. Los denominó así porque la displasia es una desviación o detención del proceso de "*plastificación*"; es decir, adquisición y moldeamiento de la forma física normal.

– **Escuela Inglesa.** Fue iniciada por Sheldon, también siquiatra como su colega Kretschner, por quien ciertamente fue influenciado. Buscó, sin embargo, sus objetivos a través de métodos menos empíricos. Utilizando la fotografía, creó una técnica de clasificación de los individuos a partir de expresiones numéricas de tres cifras, que representaban gordura, músculo y linealidad. Las principales características de cada uno de estos factores son así expresados por el autor:

- ✓ **Endomorfía:** Es el primer componente. El término se origina del endodermo, que en el embrión origina el tubo digestivo y sus sistemas auxiliares (masa visceral). Indica el dominio del sistema vegetativo y tendencia a la obesidad. Los endomorfos se caracterizan por bajo peso específico, razón por la cual flotan fácilmente en el agua. Su masa es flácida y sus formas redondeadas.
- ✓ **Mesomorfia:** Caracteriza el segundo componente. Se refiere al dominio en el organismo de los tejidos de la capa endodérmica embrionaria: huesos, músculos y tejido conjuntivo. Por presentar mayor masa muscular esquelética, poseen mayor peso específico que los endomorfos.
- ✓ **Ectomorfia:** Se refiere al tercer componente. Presenta un dominio de formas lineales y frágiles, así como una mayor superficie en relación a la masa corporal. Los tejidos que predominan son los derivados de la capa ectodérmica. Corresponden a los Individuos longilineos y asténicos de las otras escuelas, y poseen alto Índice Ponderal o Pondoestatural; este índice relaciona la estatura y el peso corporal y su valor deriva del cociente entre la estatura expresada en centímetros y la raíz cúbica del peso expresado en kilogramos ($IP =$

$T/PCT^{1/3}$). El índice Ponderal está basado en la siguiente consideración: *“El peso de un individuo es proporcional a su volumen y éste varia, según una función cúbica de sus dimensiones lineales”*. Pero se ha observado, en la actualidad, que en el físico humano, el peso y la talla no son una función cúbica, sino que el peso varía más en función del cuadrado de la talla.

8.4.1. Determinación del Somatotipo

Para mejorar la idea básica de expresar la forma humana a través de tres componentes, surge el concepto actual y vigente de somatotipo elaborado por Heath (1963) y Carter (1975), que sugieren profundas modificaciones metodológicas y definen el somatotipo como: *“la descripción numérica de la configuración morfológica presente y actual de un individuo, en el momento de ser estudiado”*, y dieron más importancia al fenotipo, es decir, la propiedad visible del organismo, la que fundamentalmente es producida por la interacción del genotipo frente a las condiciones ambientales y factores externos (climatología, actividad física-entrenamiento, nutrición-hábitos alimenticios, el crecimiento y desarrollo, la edad, el sexo, el medio socio-cultural y otros factores propios o específicos como las etnias, ...) y elaboran una serie de fórmulas para calcular y representar el somatotipo en una Somatocarta (Ver Figura 2). Para dichos autores, todos estos factores y condiciones pueden modificar el Somatotipo.

Determinar el somatotipo significa, entonces, establecer el valor numérico de los tres componentes, que son siempre presentados secuencialmente en un mismo orden, representando la Endomorfia (Componente I), la Mesomorfía

(Componente II) y la Ectomorfía (Componente III), unidos por un guión (hífen); las cifras de cada componente tienen unos valores extremos de 1 a 14 para la endomorfía, de 1 a 10 para la mesomorfía y de 0,5 a 9 para la ectomorfía, aspecto por el cual se puede representar numéricamente como: **6 - 5 - 3**, por ejemplo.

Somatocarta

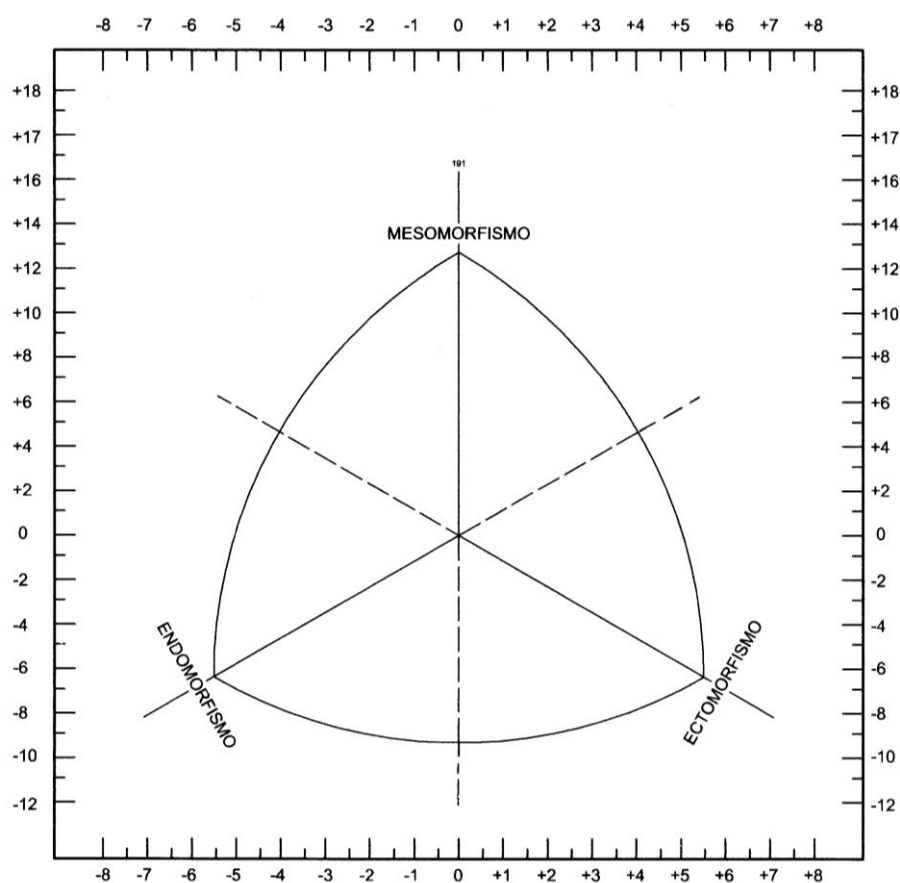


Figura 2. Somatocarta, según Heath & Carter

Los números que aparecen debajo de cada componente indican los valores extremos que pueden ser encontrados, determinando el lugar donde se distribuyen y se califican a los individuos. Sheldon et al. (1954) utilizaron, para representar gráficamente el somatotipo, la somatocarta o somatotipograma (un triángulo diseñado por Franz Reauleaux y modificado por Carter en 1975).

Existen dos (2) métodos básicos para determinar el valor de los tres componentes y obtener el somatotipo: el *Fotoscópico* y el *Antropométrico*, acá se plantea la metodología del método antropométrico para el cálculo de cada uno de los componentes del Somatotipo que fuera creado por Sheldon (1940) y modificado por Heath-Carter (1967), a partir de las siguientes ecuaciones:

– ENDOMORFIA (Componente I)

$$I = -0,7182 + [0,1451 * X_C] - [0,0068 * (X_C)^2] + [0,0000014 * (X_C)^3]$$

Para determinar la “**Talla Correcta del Endomorfico (X_C)**”, el resultado de la sumatoria de tres (3) pliegues cutáneos (Tríceps, Subescapular y Suprailíaco) se debe multiplicar por el cociente derivado de dividir la talla del Phantom por la Talla del sujeto evaluado, es decir que:

$$X_C = \sum 3PC * 170,18 / Talla\ Evaluado\ (cm.)$$

– **MESOMORFIA (Componente II)**

$$II = [(0,858 * A_1) + (0,601 * A_2) + (0,188 * A_3) + (0,161 * A_4)] - [T * 0,131] + 4,50$$

Donde:

A_1 = Diámetro del Codo
 A_2 = Diámetro de Rodilla Femoral
 A_3 = Perímetro Brazo Tenso (Corregido)
 A_4 = Perímetro de Pierna (Corregido)
 A_5 = Estatura (en centímetros)
 $0,..$ = Valores de Cifras Constantes

– **ECTOMORFIA (Componente III)**

$$III = [(HWR * 0,732) - (28,58)]$$

Donde:

$$HWR = \frac{Talla(cm.)}{\sqrt{Peso(kg.)}}$$

Sí el valor de HWR es menor de 40.75, entonces el componente Ectomorfo se hallará a través de la siguiente ecuación:

$$III = [(HWR * 0,463) - (17,63)]$$

Determinación de las Coordenadas del Somatotipo (J. E. L. Carter, 1978).

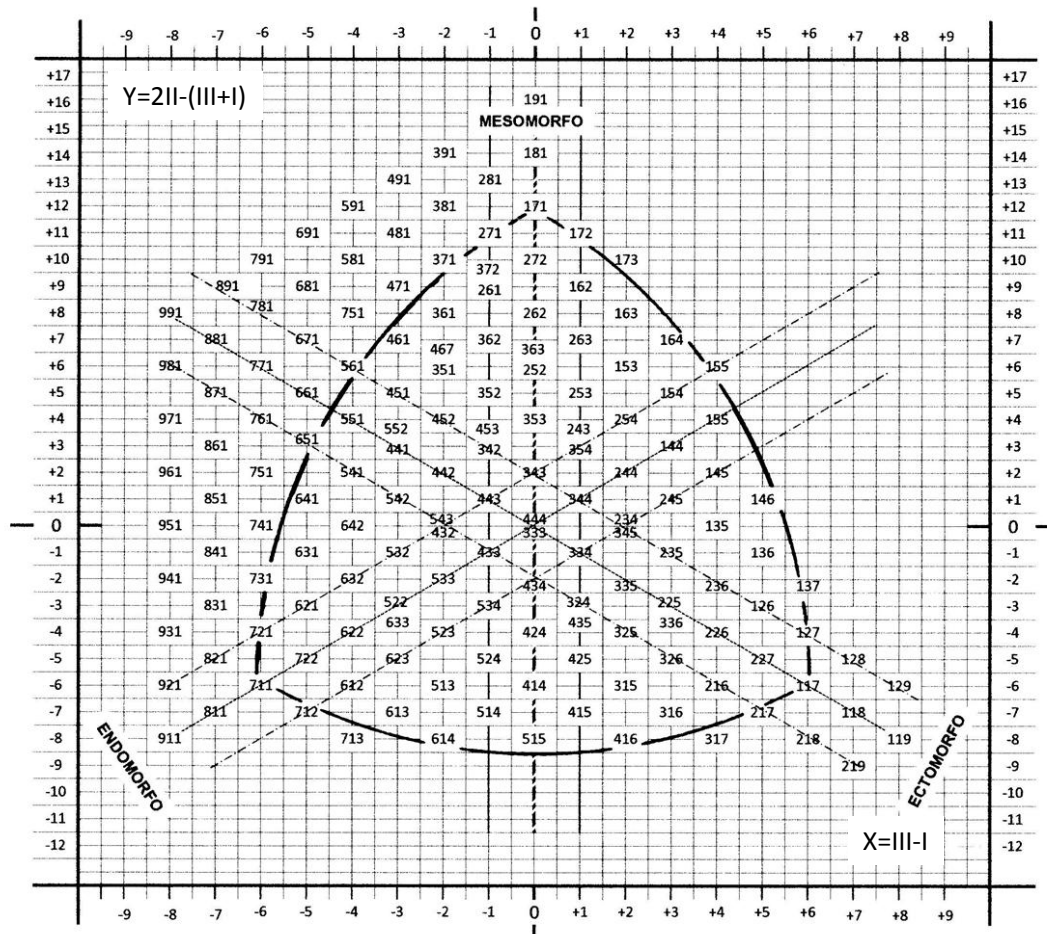


Figura 3. Somatocarta Numérica para determinar las Coordenadas "X" y "Y" del Somatotipo (Heath & Carter).

"X" y "Y", representan las coordenadas que permiten la representación gráfica del somatotipo (**somatograma**) en la somatocarta. La somatocarta es una figura geométrica de la forma de un triángulo curvo y de anchura constante; fue diseñado por el ingeniero alemán Franz Reuleaux (1829 – 1905) y fue utilizado por Sheldon para realizar la clasificación del somatotipo. La figura está dividida en sectores por medio de tres ejes que se interceptan en el centro del

triángulo y que corresponden a la bisectriz de los 120° de cada uno de los ángulos y son denominados respectivamente: Eje de Endomorfía, Eje de Mesomorfía y Eje de Ectomorfía.

La abscisa (“**X**”) y la ordenada (“**Y**”), poseen escalas diferentes en cuanto a la magnitud de cada unidad, en las cuales la razón de “**Y**” es la raíz cuadrada de 3 ($\sqrt{3}$) respecto a “**X**”; es decir, que en cada una de las escalas:

$$X = \sqrt[3]{Y}$$

La posición de cada coordenada se establece a través de las siguientes ecuaciones:

$$X = III - I$$

Donde:

X = Abscisa o coordenada horizontal
III = Componente Ectomórfico
I = Componente Endomórfico

Mientras que:

$$Y = 2II - (I + III)$$

Donde:

Y = Ordenada o coordenada vertical
II = Componente Mesomórfico
II = Componente Endomórfico
III = Componente Ectomórfico

8.4.2. ESPECIFICACIONES PARA LA CLASIFICACIÓN DEL SOMATOTIPO

Corresponden a las diferentes categorías, trece en total, que puede asumir el somatotipo, fueron traducidas del original de Heath – Carter Somatotype Method (Carter, J.E.L. San Diego State University. Edition 1975) y se presentan a continuación.

1. **Endomorfo Balanceado.** El primer componente es dominante y el segundo y tercero son iguales o no difieren en más de una unidad.
2. **Meso Endomorfo.** La endomorfia es dominante y el segundo componente es mayor que el tercero.
3. **Mesomorfo Endomorfo.** El primer y segundo componente son iguales, o con una diferencia no mayor a media unidad, pero el tercer componente es menor.
4. **Endo Mesomorfo.** El segundo componente es dominante y el primero es mayor que el tercero.
5. **Mesomorfo Balanceado.** El segundo componente es dominante y el primero y tercero son iguales o no tienen una diferencia mayor de media unidad.
6. **Ecto Mesomorfo.** El segundo componente es dominante y el tercero es mayor que el primero.
7. **Mesomorfo Ectomorfo.** El segundo y tercer componente son iguales o no tienen una diferencia de más de media unidad y el primero es menor.

8. **Meso Ectomorfo.** El tercer componente es dominante y el primero es mayor que el segundo.
9. **Ectomorfo Balanceado.** El tercer componente es dominante y el primero y segundo son iguales o no difieren en más de media unidad.
10. **Endo Ectomorfo.** El tercer componente es dominante y el primero es mayor que el segundo.
11. **Endomorfo Ectomorfo.** El primero y tercer componentes son iguales o no difieren en más de media unidad, y el segundo es menor.
12. **Ecto Endomorfo.** El primer y tercer componente son mayores que el segundo.
13. **Central.** Ningún componente difiere en más de media unidad de los otros dos y oscilan entre valores de 3 y 4.

De acuerdo a las características descritas para cada una de las categorías, la distribución de estas en la Somatocarta correspondes a la presentación que se plasma en la siguiente figura (Ver Figura 00); no obstante, cuando se clasifican los individuos utilizando el somatotipo antropométrico, tradicionalmente se utiliza la medida que corresponda al mayor de los diámetros y al mayor de los perímetros comparando los lados izquierdo y derecho. En la medida de lo posible el procedimiento de determinación se debería realizar de esta forma; sin embargo, en estudios con gran cantidad de sujetos estudiados se recomienda que todas las mediciones (incluyendo los pliegues cutáneos) se lleven a cabo en el costado derecho, acción o procedimiento que se ha tenido en cuenta en la determinación y análisis de los componentes del somatotipo en el

presente estudio.

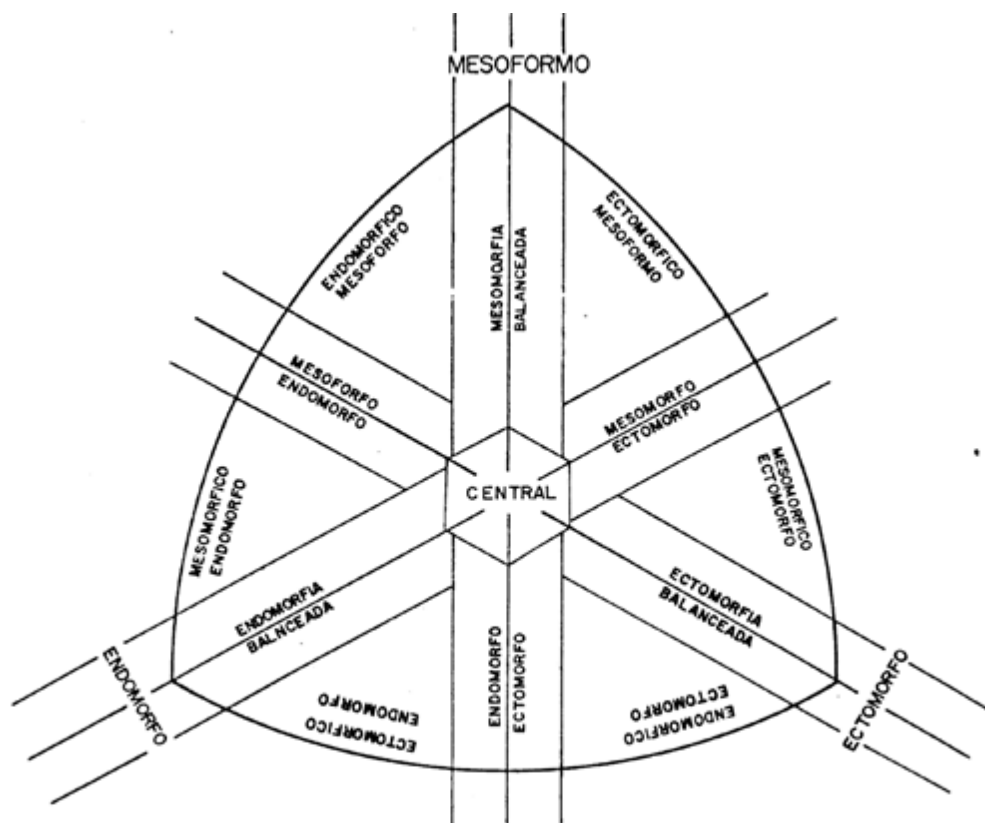


Figura 4. Categorías para la clasificación del Somatotipo

8.5. INDICES ANTROPOMÉTRICOS

Son valores corporales que se recopilan de una persona para ser analizados posteriormente, ofrecen un cuadro o diagnóstico de salud y nutritivo. Tradicionalmente es una valoración que es realizada por investigadores o especialistas, médicos, bariatras o nutriólogos, con el fin de tratar

nutricionalmente a una persona o a un grupo de personas, en tanto posibilitan establecer relaciones de proporcionalidad o determinar elementos propios de la composición corporal como, por ejemplo, la estructura esquelética (complexión) o la adiposidad (porcentaje de grasa corporal).

En el marco de esta concepción existen, desde el punto de vista deportivo, disciplinas en las cuales resulta beneficioso para el rendimiento un esqueleto liviano y una baja cantidad de grasa corporal (por ejemplo atletismo: maratón, salto largo y alto); por el contrario, otras disciplinas deportivas como el Rugby, lucha, judo, el mismo fútbol, exigen para como efecto benéfico del rendimiento un esqueleto pesado, con estructuras grandes y con una mayor capacidad para albergar masa muscular.

Los índices se han venido utilizando en otras ciencias como la Antropología desde siglos atrás. Esparza (1993) define los índices corporales como: *“relaciones entre dos medidas corporales, expresadas en forma de porcentaje de la menor sobre la mayor en la mayoría de los casos”*. Deben ser lo suficientemente sensibles para detectar variabilidad y tener una congruencia dimensional. Los índices corporales más utilizados en antropometría se relacionan con la robustez, con la proporcionalidad de las extremidades (superiores e inferiores) y con el tronco (Guzmán Díaz, 2011).

Desde esta perspectiva, la valoración y estimación de los Índices corporal, constituye un factor determinante en los procesos de planificación y evolución del rendimiento deportivo. Se consideran, entonces, como relevantes para la práctica deportiva dos conglomerados o grupos de los índices: unos relacionados específicamente con los componentes de la composición corporal y que relacionan los tejidos muscular y tejido óseo, así como el tejido adiposo con el tejido muscular y otros relacionados con los segmentos corporales, permiten estudiar las fluctuaciones de una o varia, entre los que se destacan los de robustez (ponderal recíproco, nutricional de Von Piquet o Pedisini, Bouchard y

circunferencia de cintura), los de las extremidades y los del tronco. Sobre la base de esta consideración se describirán, a continuación, las características relevantes de cada uno de ellos.

8.5.1. ÍNDICES DE COMPOSICIÓN CORPORAL

- **Índice muscular-óseo (IMO).** Representa la relación, en kilos, existente entre la cantidad de músculo que posee una persona y la cantidad de masa ósea. Los valores óptimos se establecen en una relación de 5:1, es decir, 5 kilos de músculo por cada kilo de hueso, este valor se correlaciona con un nivel de salud y de performance deportiva. Valores bajos en este índice se correlacionan, por el contrario, con un bajo nivel de salud y con probables problema con la alimentación y/o con la recuperación deportiva, ya que no le posibilita mantener una adecuada cantidad de músculo. Según el valor porcentual estimado del índice los sujetos se pueden catalogar como: Excelente mayor a 4,5; Bueno entre 4,1 y 4,5; Aceptable entre 3,7 y 4,1; bajo entre 3,4 y 3,7; y Muy Bajo menor a 3,4. La ecuación que permite cuantificar el valor porcentual del índice se expresa en la expresión:

$$IMO = \left[MMA / MÓ \right] * 100$$

Donde:

MMA	=	Masa Muscular Activa o Peso de Músculo
$MÓ$	=	Masa Ósea o Peso de Hueso

- **Índice Adiposo-Muscular (IAM).** Este índice expresa la cantidad de tejido adiposo (kilogramos) que tiene que transportar cada kilo de masa muscular. Cuanto menor sea ese valor más eficiente será la actividad del sujeto por cuanto precisa menor peso corporal para desplazar, es decir, se desplaza con mayor facilidad. Según el valor porcentual estimado del índice los individuos se pueden catalogar como: Excelente menor a 0,4; Bueno entre 0,4 y 0,6; Aceptable entre 0,6 y 0,8; Alto entre 0,8 y 1,0; y Muy Alto mayor a 1,0. La ecuación que permite cuantificar el valor porcentual del índice se expresa en la expresión:

$$IAM = [MG / MMA] * 100$$

Donde:

MG = Masa Grasa o Peso de Grasa
 MMA = Masa Muscular Activa o Peso de Músculo

8.5.2. ÍNDICES CORPORALES

- **Índices de Robustez.**
 - **Índice Ponderal Recíproco (IPR).** Está basado en la siguiente consideración: el peso de un individuo es proporcional a su volumen y éste varia, según una función cúbica, sus dimensiones lineales. Su valor medio aproximado suele ser de 43; su amplitud se encuentra

entre 38 y 45. Acá se denomina “*reciproco*” debido a que la ecuación utilizada es la inversa del Índice de Livi. Actualmente, se ha visto que desde el punto de vista somático o físico humano, el peso y la talla no son una función cúbica, sino que el peso varía más en función del cuadrado de la talla (Guzmán Díaz, 2011).

- **Índice de Bouchard (IB).** Establece la relación entre el peso corporal total (PCT), expresado en gramos, y la estatura o talla total, expresada en centímetros, de un individuo representando la cantidad de peso corporal por centímetro de estatura.

De acuerdo a los valores encontrados se establece la siguiente clasificación: mayor a 540gr/cm, individuo obeso; entre 400 – 539gr/cm, individuo normal; entre 360 – 399gr/cm, individuo delgado; entre 290 – 359gr/cm, individuo extenuado; menor a 200gr/cm, individuo en inanición.

- **Coeficiente Nutricional de Von Piquet o “Pelidisi”.** Se fundamenta en que: *“la altura del tronco está, en toda la serie de mamíferos, en una relación constante con el peso del cuerpo”* (Plata Jarero, 2003). De acuerdo con este autor los valores del Pelidisi se interpretan según la siguiente escala:

Menos de 95.....	Subnutrición
Entre 95 y 100.....	Nutrición Normal
Mayor a 100.....	Sobrenutrición

– **Índices del Tronco.**

- **Índice Córmico (IC).** Se corresponde con el Índice que propuso a comienzos del pasado siglo Giufrida-Ruggeri (1907) que relaciona de manera general la talla sentado y la talla total (Sirvent Belando, J. E., Garrido Chamorro, R. P, 2009). Según Alexander (1995), el Índice Córmico representa en forma general, la relación proporcional entre las extremidades inferiores o región subisquial y la parte superior del cuerpo, integrada por la longitud del tronco, el cuello y la cabeza.

Según el valor encontrado del índice los sujetos, de acuerdo al género, se pueden catalogar o clasificar, según valores porcentuales obtenidos, en las siguientes categorías: Braquicórmico (Tronco Corto) hombres hasta 51 y mujeres hasta 52; Mesocórmico (Tronco Intermedio) hombres entre 51,1 y 53 y mujeres entre 52,1 y 54; Macrocórmico (Tronco Largo) hombres mayor a 53,1 y mujeres mayor a 54,1.

De acuerdo a la anterior categorización se puede establecer que las mujeres presentan proporcionalmente un tronco más largo que los hombres; además, parece existir una relación estrecha entre el valor del índice córmico y las condiciones climáticas, que seguiría la regla de Allen, según la cual los individuos que habitan climas con temperaturas bajas presentan extremidades más cortas que aquellos que habitan climas con temperaturas más cálidas (Garrido Chamorro, 2005).

Parece ser que existe igualmente, según los autores gestores del índice, una relación marcada entre el índice y la aptitud deportiva advirtiéndose que los individuos considerados como braquicórmicos serían los más aptos para los deportes, si bien este hecho no coincide con datos encontrados en gimnastas y en halteofilistas.

- **Índice Esquelético (IE).** Se conoce o identifica también con el nombre de Índice de Manouvrier: Fue propuesto por el médico y antropólogo francés Léonce Manouvrier (1892) y constituyó su aportación más importante a la ciencia médica con la elaboración de una tabla que establece la correlación entre la estatura y las características de un hueso de sus extremidades. Este índice se define como la relación entre la talla sentado y la talla total o talla parado, permitiendo determinar las características de los miembros inferiores, en tanto que la longitud del miembro inferior (LMI) se establece por la diferencia de estas dos tallas.

La clasificación de los individuos de acuerdo al Índice Esquelético o Índice de Manouvrier como también se le conoce se realiza, de acuerdo a los porcentajes obtenidos, en las siguientes categorías: Braquiesquélico (Extremidades inferiores cortas) hasta 84,9; Mesoesquélico (extremidades inferiores intermedias) entre 85 y 89,9; Macroesquélico (Extremidades inferiores largas) igual o mayor a 90.

- **Índice Acromio-Iliaco (IAI).** Se ha establecido este índice relacionando el ancho de los hombros (diámetro biacromial) y el de las caderas (diámetro biíleocrestal). Este índice suele ser bajo en el caso de los individuos melanodermos o negros, alto en el de los individuos xantodermos o amarillos, y muy variable en el de los leucodermos o blancos.

Para autores como H. V. Vallois, deben considerarse estas categorías aumentadas en diez unidades para las mujeres, mientras que otros como Pospišil o Comas, no hacen distinción alguna entre géneros. La sugerencia de Vallois radica en el hecho de haber establecido, en 1948, que la estatura media del ser humano varón era de 165cm., y que la

media de estatura de una mujer de la misma población era por lo general 10cm. menos que el hombre lo que le permitió ser el primero en definir las tres categorías de individuos masculinos de acuerdo a la medida de la talla: personas y razas camaesomes o bajas (tallas entre 125cm. y 159cm.); personas y razas mesosomes o medianas (tallas entre 160cm. y 169cm.); y personas y razas hipsisomes o altas (tallas mayores a 170cm.).

Este índice presenta porcentualmente como categorías de clasificación de los individuos las siguientes: Tronco trapezoidal hasta 69,9; tronco intermedio entre 70 y 74,9; Tronco rectangular igual o mayor a 75.

– **Longitud Relativa Extremidades Inferiores (LREI).**

Relaciona la longitud del miembro inferior ($MI = \text{Muslo} + \text{Pierna} + \text{Pie}$), a partir de la altura ileoespinal, con la estatura; vale la pena recordar que dependiendo del autor o del protocolo utilizado el procedimiento para determinar esta altura puede variar. En los seres vivos no existe una única medida de la longitud de la extremidad inferior; por el contrario varían los protocolos en función del sentido u objetivo de la medición. Entre los más empleados se destacan los registrados a la altura de los puntos anatómicos: *borde superior del íleon, trocantéreo y sínfisis púbica (pubiano o symphysis)*. Otro resulta de la diferencia de la talla total (estatura) y la talla sentado, está es la más utilizada en la determinación de la longitud del miembro inferior en el campo deportivo. No obstante, ambas medidas son

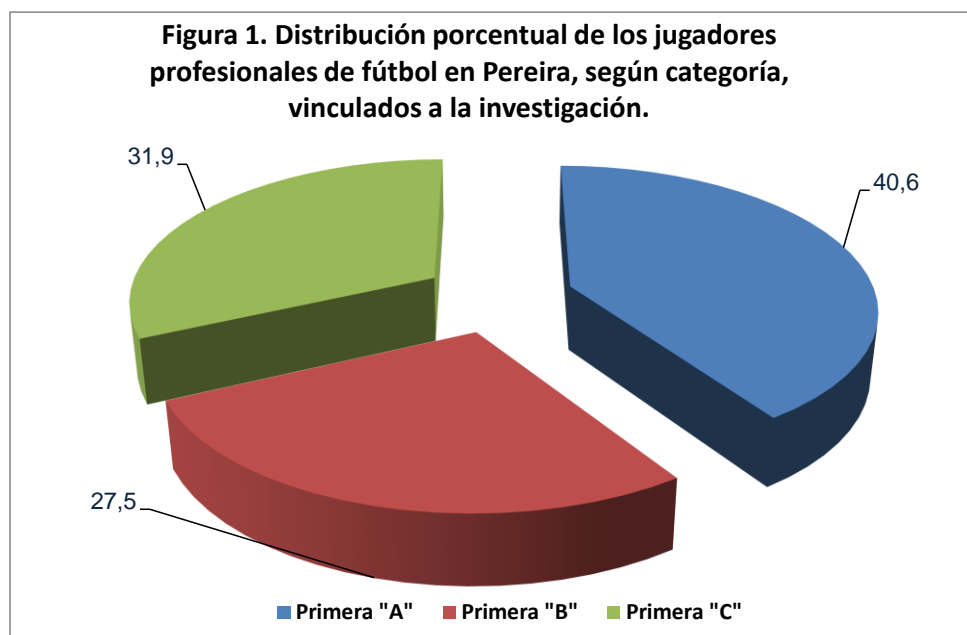
reconocidas en centímetros, y el índice se estima a partir de la expresión que tiene por forma:

$$LRMI = \left[\frac{MI \text{ (cm.)}}{Estatura \text{ (cm.)}} \right] * 100$$

Según el valor estimado del índice los sujetos se pueden catalogar como Braquiesquélico (Extremidades Inferiores Cortas) con porcentajes hasta 54.9; Mesoesquélico (Extremidades Inferiores Intermedias) entre 55.0 y 56.9; Macroesquélico (Extremidades Inferiores Largas) igual o mayores a 57.

9. METODOLOGÍA

El proceso metodológico del estudio se adelantó con un diseño no-experimental de tipo transaccional (transversal o sincrónico) en el nivel exploratorio-descriptivo, tratando de establecer, con fines de caracterización, la composición corporal, el somatotipo e índices corporales de los jugadores profesionales de fútbol en el municipio de Pereira, a través de variables antropométricas. La población anteriormente referida está representada por 69 jugadores adscritos a las categorías Profesional (Primera A), Semiprofesional (Primera B) y Sub-19 (Primera C) del Fútbol Profesional Colombiano en el municipio de Pereira, formalmente inscritos ante la Federación Colombiana de Fútbol, cuya distribución por grupo o categoría corresponde, respectivamente, al 40.6% (n=28), 27.5% (n=19) y 31.9% (n=22) (Ver figura 1).



El estudio de los resultados y su discusión se adelantó a través de un **“Análisis Univariado”** sobre los estadígrafos de medidas de tendencia central y de variabilidad, cuya tarea fundamental se orientó a la descripción de los datos, valores o puntajes obtenidos para cada variable o de su dispersión y conocer, así, donde estaba diseminado.

Las variables observadas y evaluadas en la población objeto de estudio fueron, con sus respectivos indicadores e ítems, las siguientes: **Variables Básicas Antropométricas** (Edad Decimal, Peso Corporal Total, Estatura, Complexión); **Composición Corporal** (Peso de Grasa, Masa Corporal Magra, Peso Óseo y Peso Residual); **Somatotipo** e **índices Corporales** (IDF, IMC, AKS, entre otros).

Desde esta perspectiva se efectuaron evaluaciones individuales ajustadas al protocolo internacional de recolección de datos antropométricos. Por tanto, la valoración se ajusta al empleo de normas o referencias establecidos por la OMS, es decir, que los deportistas fueron medidos y evaluados en las mismas circunstancias: fecha, hora y condiciones ambientales, entre otras.

Para la medición de la estatura se utilizó una cinta métrica metálica calibrada en centímetros, con el deportista de pie, descalzo con los talones juntos y pegados al Tallimetro en posición erguida y la cabeza en plano de Frankfurt, mientras que para la determinación del peso corporal se empleó una báscula electrónica marca Tanita cuyo registro se realiza mediante multisensores electrónicos utilizando un sistema de medición por bioimpedancia (BIA) con señal de baja frecuencia, regulada en kilos con discriminación de 100 gramos, con el deportista vestido con pantalón deportivo y sin camiseta.

La Edad Decimal (ED) que corresponde a la definición de la edad exacta de un individuo (años, meses, días) a partir de parámetros internacionales definidos mediante el sistema decimal y algunas constantes, se estableció por la diferencia de dos fechas manifiestamente conocidas: la fecha de la evaluación y

la fecha de nacimiento, utilizando la siguiente ecuación:

ED

$$= \frac{[(AE * 365,25) + (ME * 30,4775) + (DE * 1,01458)] - [(AN * 365,25) + (MN * 30,4775) + (DN * 1,01458)]}{365,25}$$

Donde:

<i>ED</i>	=	<i>Edad Decimal</i>
<i>AE</i>	=	<i>Año de la Evaluación</i>
<i>ME</i>	=	<i>Mes de la Evaluación</i>
<i>DE</i>	=	<i>Día de la Evaluación</i>
<i>AN</i>	=	<i>Año de Nacimiento</i>
<i>MN</i>	=	<i>Mes de Nacimiento</i>
<i>DN</i>	=	<i>Día de nacimiento</i>

Se utilizaron y registraron como medidas antropométricas básicas las lineales y volumétricas. Entre las lineales sobresalen:

- **Perímetros o Circunferencias.** Se usan como indicadores de la musculatura relativa. Sin embargo, se hace necesario advertir que una circunferencia incluye al hueso, rodeado por una masa de tejido muscular, la cual está recubierta por una capa de grasa subcutánea. Por lo tanto, no provee una medida del tejido muscular “per se”. Sin embargo, a raíz de que el músculo es el tejido principal que comprende la circunferencia (excepto, tal vez en los obesos), las circunferencias de los miembros son usadas para indicar el desarrollo muscular relativo. Las circunferencias se miden con una cinta de 0.5 cm. de ancho, flexible no extensible. La cinta se aplica en el sitio apropiado, haciendo contacto con la piel pero sin comprimir el tejido subyacente. Las dos mediciones de miembros más usadas son las circunferencias de los brazos y de las pantorrillas, que en el caso del estudio

se tuvieron en cuenta el perímetro del antebrazo en los niños y el perímetro de muslo superior en las niñas.

Los perímetros corporales pueden aportar información sobre el crecimiento y maduración de determinados órganos (perímetro craneal), pero también sobre la composición corporal (perímetros del brazo, pierna, torácico, abdominal, entre otros.). En este sentido, el que tiene posiblemente un mayor interés clínico es el perímetro braquial (M. Hernández, C.J., 1988). Estima, simultáneamente, el componente muscular y graso, por lo que su disminución es un buen indicador de malnutrición calórico-proteica, aunque tiene el inconveniente de estar mal normalizado. Por su sencillez y precisión ha sido ampliamente utilizado como indicador nutricional en los países en vías de desarrollo. Un valor inferior al 75% de la media para la edad indicaría malnutrición grave, entre el 75% y el 80%, moderada, entre el 80% y el 85%, leve, y por encima del 85% se consideraría normal.

- **Estatura o Talla Total.** El método estándar utilizado es el del sujeto erguido, donde la talla corresponde a la distancia, en centímetros, desde el punto más alto del cráneo (vértex) cuando la cabeza se mantiene en plano de Frankfort (o Fráncfort)³, hasta la superficie de medición estando el escolar en posición anatómica; se utilizó en su medición un flexómetro metálico con lectura en centímetros y milímetros.
- **Diámetros.** Los diámetros corresponden a medidas lineales de tipo transversal que utilizan puntos anatómicos de referencia en tronco o extremidades, para ello se emplearon antropómetros o calibradores tipo Martín y se siguieron las técnicas internacionales de medición. En el estudio se utilizaron los diámetros biacromial, que corresponde a la distancia

³ La posición en plano de Frankfort se logra cuando la línea que une el orbital y el trágion es horizontal o forma un ángulo recto con el eje largo del cuerpo (eje longitudinal). El orbital está en el punto inferior del margen del glóbulo ocular. El trágion es el corte que está por encima de la aleta de la oreja en la parte superior del hueso cigomático. Esta posición corresponde casi exactamente con el eje visual del sujeto cuando está mirando directamente hacia adelante.

entre los puntos más laterales del proceso del acromion cuando el sujeto está erguido y los brazos relajados a ambos lados del cuerpo y biliocrestal que corresponde a la distancia entre los puntos más laterales en el extremo supero-anterior de la cresta iliaca; en ambos casos las secciones móviles extendidas del antropómetro apuntan hacia arriba formando un ángulo de 45° con la horizontal.

Como medidas volumétricas la única utilizada, no solo en antropometría sino en el estudio, corresponde al peso corporal. Este es considerado como el valor de la masa corporal total representado en kilogramos y con una precisión hasta de décimas de kilogramo; como investigadores somos conscientes de que los valores más estables son los que se obtienen de forma rutinaria en las primeras horas del día, al levantarse, doce horas después de haber ingerido los últimos alimentos sólidos y de haber evacuado; sin embargo, como este control tan rígido no fue posible seguirlo la toma de la medición y el registro del mismo (peso observado) se realizó en horas de la mañana y durante las sesiones de entrenamiento, con short deportivo, descalzos y sin camiseta. Se empleó una báscula electrónica marca Tanita BF-350, cuyo registro se realiza mediante multisensores electrónicos con señal de baja frecuencia, ofrece un completo análisis de la composición corporal gracias a su sistema de análisis por bioimpedancia (BIA); de gama médica e integración del display y plataforma en una sola pieza. Incluye software Suite Biologica Lite para el control de cada evaluación y evolución de todos los resultados, compatible con Windows Vista y cable conexión a PC.

Los datos que suministra son: cantidad de masa grasa (que incluye la grasa esencial, la grasa de depósito y la grasa parda); masa libre de grasa; índice metabólico basal (IMB), muestra el número de calorías que el cuerpo necesita cuando está en reposo. Precisa introducir como valores recomendados la edad, el sexo y la altura. Presenta una fiabilidad del 97%, no apta para portadores de marcapasos y es de fácil manejo. Presenta un peso de 8kg, dimensiones

40x20x95cm.; precisión: 100 gr.; peso máximo del usuario: 200Kg; método medición: BIA; modos: Adulto, Niño, Atleta; funciones: peso (kg de masa grasa), kg agua, IMC, IMB.

Para determinar el somatotipo se escogió el método de Heath - Carter (1967), dado que introduce modificaciones sustanciales al concepto clásico de Sheldon, al incorporar otras medidas y ampliar la escala de los componentes y al hecho de que la mayoría de las investigaciones de atletas han tomado como base esta metodología lo que la hace apta para fines comparativos.

El análisis del porcentaje graso y del peso de la grasa se determinó por el método de Yuhasz, válido para deportistas de rendimiento, mientras que la composición corporal se estableció de acuerdo a los estudios realizados por De Rose y Guimarães (1980) quienes plantean el fraccionamiento del cuerpo en cuatro compartimentos a partir de la fórmula básica propuesta por Matiegka, en la cual el peso corporal corresponde a la suma de los pesos de grasa, músculo, hueso y residual. El peso óseo se estableció por la ecuación de Von Döblen (modificada por Mauricio Rocha); mientras el peso residual se determinó a partir de la estructuración proporcional del peso corporal total a partir de la relación propuesta por Würch. Este razonamiento es idéntico al de Matiegka y al de Drinkwater (De Rose, Pigatto, & Fonticelha de Rose, Cineantropometría, Educación Física y Entrenamiento Deportivo, 1984).

De Rose y Guimarães realizaron un estudio con 209 jugadores de fútbol profesional del Brasil, lo que les permitió establecer una constante de 1.12 a partir de la masa corporal magra para determinar el peso adecuado de futbolistas y deportes de características semejantes de juego (baloncesto y voleibol).

$$PA(kg.) = MCM(kg.) \times 1.12$$

Donde:

PA = Peso Adecuado

MCM = Masa corporal magra

$1,12$ = Constante

La división del peso corporal total según la técnica desarrollada por De Rose y Guimarães está determinada, entonces, a partir de cuatro componentes a través de las ecuaciones matemáticas presentadas a continuación:

- **Porcentaje de Grasa.** Se utilizaron las ecuaciones de Yuhasz para determinar el porcentaje de la masa grasa (son muy similares a las de Faulkner), con el antecedente que estas establecen diferencias entre hombres y mujeres e incluyen, además, otros dos pliegues cutáneos ($Sk.$) que son el *anterior del muslo* y el *medial de la pierna* y, aunque modifican los coeficientes de las variables estas siguen siendo lineales. Las expresiones son de la forma :

$$\%Masa\ Grasa_{Mujeres} = 3,58 + \left[0,1548 \times \left(\sum 6Sk. \right) \right]$$

$$\%Masa\ Grasa_{Hombres} = 2,585 + \left[0,1051 \times \left(\sum 6Sk. \right) \right]$$

Para los Juegos Olímpicos de Montreal (Canadá,) en el marco del “*Montreal Games Anthropological Project*” o Proyecto MOGAP, las ecuaciones de Yuhasz fueron modificadas por Faulkner, quedando las expresiones de la forma:

$$\%Masa\ Grasa_{Mujeres} = 4,56 + \left[0,143 \times \left(\sum 6Sk.\right)\right]$$

$$\%Masa\ Grasa_{Hombres} = 3,64 + \left[0,097 \times \left(\sum 6Sk.\right)\right]$$

- **Peso de Grasa (PG).** La grasa corporal o masa grasa corresponde a la materia de tejido adiposo real del cuerpo. Se expresa en kilogramos (kg.) y representa el reservorio energético del organismo que acompaña a la actividad metabólica de la masa magra; por lo tanto, tiene una función energética y además sirve de sostén y aislamiento térmico. Su densidad es de $0.9 \times 10 \text{ kg/m}$ y se caracteriza por ser relativamente constante.

Los valores porcentuales de normalidad en grasa corporal (adulto estándar) se estiman en el 15% para el hombre y en el 22% para la mujer, considerándose como obesos los hombres con valores porcentuales mayores al 25% y en las mujeres más del 33%. Tanto la cantidad como la distribución de la grasa han sido identificadas en varios estudios por su cercana relación con los datos de morbilidad y mortalidad. El valor graso indica la vulnerabilidad a padecer varias enfermedades degenerativas (Malagón de García, 2001).

La masa grasa determina, entonces, la porción del peso corporal que está constituido por tejido adiposo, por ello es el parámetro, que desde el punto de vista teórico, mejor define la existencia de obesidad. Además, es el único componente de la composición corporal que se puede perder, con rigor científico y bajo estricto control médico, sin que su pérdida represente riesgo para el estado de salud de la persona. Se representa por la sigla PG (en inglés, FAT) y se establece a partir de la expresión que tiene por forma:

$$PG = (\%G \times PCT) / 100$$

Donde:

PG: Peso graso en kilogramos

%G: Porcentaje de grasa corporal

PCT: Peso corporal total en kilogramos

100: Constante

- **Masa Corporal Magra o Peso Limpio de Grasa (MCM).** Se reconoce con la sigla MCM (en inglés, FFM); constituye el componente activo del cuerpo humano y contiene: huesos, músculos, piel y materia residual (órganos vitales y vísceras, tejido conectivo, nervios, vasos sanguíneos con sangre coagulada, entre otros); algunos autores afirman que la MCM se compone de la materia no grasa incluida en el organismo; corresponde aproximadamente al 85% en los hombres y al 75% en las mujeres. Una relación saludable de materia grasa es aproximadamente de 5:1 para mujeres y de 7:1 para hombres; por norma general, los hombres tienen mayor cantidad de masa muscular que las mujeres, aspecto por el cual reflejan valores superiores de materia magra.

Sin lugar a equívocos es el compartimiento más importante de la composición corporal y su pérdida excesiva puede llevar a estados de desnutrición y, en los casos más graves, ocasionar la muerte; sin embargo, hay que reconocer que no siempre la pérdida de peso significa pérdida de grasa. Antropométricamente se establece a partir de la expresión que tiene

por forma:

$$MCM = (PCT - PG)$$

Donde:

MCM: Masa corporal magra en kilogramos

PCT: Peso corporal total en kilogramos

PG: Peso de grasa en kilogramos

Valores elevados de MLG resultan ser un factor favorable para los deportes de fuerza como son el atletismo (pista y lanzamientos), y los que implican contacto como boxeo o lucha, o como en los deportes de colaboración oposición, tal es el caso del fútbol americano. Las personas afectadas por alguna patología se desgastan fundamentalmente a expensas de la masa muscular, consumiendo esencialmente gran cantidad de proteínas en los periodos de enfermedad para cubrir las necesidades energéticas, reparar órganos dañados y remplazar células del tejido inmunológico. Los cambios endocrinos y metabólicos que existen en las personas enfermas participan en las modificaciones de la composición corporal de los mismos; si se agrega la falta de apetito, diarreas y efectos adversos de medicamentos que se administran, todo esto justifica la vigilancia estrecha que debe tenerse del estado nutricional de las personas afectadas. Se hace necesario, entonces, que métodos repetitivos de aceptación reconocida, de bajo costo y, sobre todo, que suministren información precisa (Román Montoya, Ana; Nuñez Bouron, Ana Ibis; Morales Larramendi, Ricardo; Lara Lafargue, Alcibiades; Puente Saní, ventura; Castillo Bonne,, 2005).

- **Peso Residual (PR).** Corresponde al tejido constituido por los líquidos corporales y vísceras. Estudios realizados por Würck (1974), tanto en hombres como en mujeres, permitieron establecer constantes porcentuales respecto al peso corporal total para la estimación este componente de la composición corporal, éstos son:

Hombre: 24,1% - Mujeres: 20,9%

- **Peso Óseo (PO).** Se determina a través de la ecuación desarrollada por Von Döblen (1964) para hombres y mujeres deportistas, quien en sus estudios originales tomó las medidas antropométricas tanto en el lado derecho (der) como en el izquierdo (izq) del evaluado. La expresión tiene por forma:

$$PO = 3,02(h^2 \times R \times F \times 0,04)^{0,712}$$

Donde:

h: Estatura al cuadrado en metros

R: Diámetro biestiloideo (promedio der-izq en centímetros)

F: Diámetro biepicondileo del fémur (promedio der-izq en centímetros)

3,02: Constante

0,04: Constante

0,712: Valor exponencial

Posteriormente Mauricio Rocha (1975) adaptó la fórmula para sedentarios (hombres y mujeres) tomando las medidas antropométricas solo sobre el costado derecho. Las magnitudes de los diámetros biestiloideo y biepicondileo del fémur, contrario a las utilizadas en Von Döblen, acá deben

ser convertidas a metros antes de ser tratadas en la ecuación (Citado en De Rose, Pigatto, & Fonticelha de Rose, 1984). La expresión tiene por forma:

$$PO = 3,02(h^2 \times R \times F \times 400)^{0,712}$$

Donde:

h: Estatura al cuadrado en metros

R: Diámetro biestiloideo

F: Diámetro biepicondileo del fémur

3,02: Constante

0,04: Constante

0,712: Valor exponencial

- **Masa Muscular Activa o Peso de Músculo (MMA).** La masa muscular es un componente más del modelo de fraccionamiento de la composición corporal que estima el grado de muscularidad del ser humano y se deduce de la propuesta básica de Mateigka. Las variaciones, cambios o modificaciones de este componente están estrechamente relacionadas, ya sea como causa o como consecuencia, con muchas patologías y/o factores de riesgo para la salud humana. Este compartimento se reconoce con la sigla: MMA. La expresión para su valoración tiene por forma:

$$MMA = PCT - (PG + PR + PO)$$

Donde:

MMA: Masa muscular activa en kilogramos

PCT: Peso corporal total en kilogramos

PG: Peso masa gras en kilogramos

PR: Peso residual en kilogramos

PO: Peso óseo en kilogramos

Existe, no obstante, otro criterio de valoración de la masa muscular derivado de la disección de cadáveres de Bruselas, fue diseñada por Martin (1964) y es la única ecuación validada con método de estudio directo. Además, sus resultados coinciden con otras determinaciones procedentes de disecciones anatómicas (Garrido Chamorro, 2005). Las expresiones para su estimación, según el género mantienen correlaciones de $r=1,0$ (DE=408g) para los hombres y de $r=0,966$ (DE=1427g) para las mujeres y tienen por expresiones:

$$MMA_{Hombres} = 39.31PAC^2 + 9.669PMC^2 + 10.48PBC^2 - 7993$$

$$MMA_{Mujeres} = 32.71PAC^2 + 4.155PMC^2 + 4.090PBC^2 - 2149$$

Donde:

MMA: Masa muscular activa en gramos

PAC: Perímetro Antebrazo Corregido

PBC: Perímetro de Brazo Corregido

PMC: Perímetro de Muslo Corregido

PPC: Perímetro de Pierna Corregido

La corrección de los perímetros se realiza restándole el espesor del pliegue cutáneo más cercano o próximo; se exceptúa el del brazo que se corrige restándole al perímetro la sumatoria de los pliegues del bíceps y tríceps.

Las medidas de los pliegues o panículos adiposos deben convertir a centímetros para realizar la corrección de los perímetros o circunferencias.

Posteriormente, el mismo Martin y col. (1989) modifican la expresión para la predicción de la MMA ($SEE = 1.53$; $r = 0.97$), quedando la expresión con la forma:

$$MMA = [Talla(0.0553PMC^2 + 0.0987PAC^2 + 0.0331PPC^2)] - 2554$$

Los procedimientos para tomar y registrar las mediciones propuestas provienen del **"Manual de referencia de estandarización antropométrica"**, publicado en la década de los 80's por Lohman, Roche y Martorell (Malina & Hamil, Selected body measurements of children 6 - 11 year. Vital and health statics, 1973). El manual presenta las técnicas propuestas a nivel internacional para la toma de las medidas antropométricas utilizadas para diagnosticar el estado nutricional. Se supone que las mediciones son realizadas por observadores entrenados. Esto es esencial para obtener datos confiables y exactos, y para fortalecer la utilidad de los datos desde una perspectiva comparativa. Además, los datos confiables y exactos son particularmente necesarios en los estudios seriados, de corta o larga duración, en los cuales la definición de cambios más bien pequeños es sustancial, y los errores técnicos de medición (accidentales o sistemáticos) pueden enmascarar los cambios verdaderos. Por lo tanto, es esencial el control de calidad y un cuidadoso monitoreo del proceso de medición.

Fueron igualmente involucrados en el estudio los Índices Corporales o Índices Antropométricos. En el contexto de la antropometría, el término *"Índice"* se reconoce como la relación existente entre la magnitud de dos variables;

matemáticamente se conoce como cociente y el resultado obtenido, derivado de dividir una cantidad por otra, expresa cuantas veces está contenido el divisor en el dividendo. Son valores de una persona que, al ser analizados, se utilizan para ofrecer un cuadro o diagnóstico (de salud, nutrición, entre otros), es realizado por investigadores o especialistas de una determinada área (médicos, nutricionistas, antropólogos, entre otros) con el fin de intervenir a un individuo o grupo de individuos (Guzmán Díaz, 2011). En el marco de esta consideración los índices, estrictamente necesarios, para el estudio propuesto, se enmarcan en el siguiente conglomerado: los índices relacionados con el estado nutricional o **“Índices de Robustez”**, en tanto que contribuyen en el análisis peso adecuado, peso de referencia o peso teórico ideal del deportista y los **“Índices del Tronco”** para ver algunas relaciones de proporcionalidad. En el primer grupo se tuvieron en cuenta el Índice Ponderal Recíproco, el Índice de Brouhard y el Coeficiente Nutricional de Von Piquet (Pelidisi); mientras que en el segundo grupo se abordaron el Índice Córmico, el Índice esquelético y el Índice Acromio-Iliaco. Las expresiones matemáticas a partir de las cuales se puede estimar el valor de estos índices tienen por forma:

– **Índice Ponderal Recíproco (IPR):**

$$IPR = \frac{Estatura(cm)}{\sqrt[3]{Peso(kg)}}$$

– **Índice Bouchard (IB):**

$$IB = \frac{Peso(kg)}{Talla\ Total\ (cm)}$$

- **Coeficiente Nutricional de Von Piquet (Pelidisi):**

$$Pelidisi = \text{Peso (kg)} * 10 / \text{Talla Sentado}$$

- **Índice Córnico (IC):**

$$IC = \left[\text{Talla Sentado (cm)} / \text{Talla Total (cm)} \right] * 100$$

- **Índice Esquelético (IE):**

$$IE = [\text{Estatura (cm)} - \text{Talla Sentado (cm)}] / \text{Talla sentado (cm)} * 100$$

- **Índice Acromio-Iliaco (IAI):**

$$IAI = \left[\text{Diámetro Bicrestal} / \text{Diámetro Biacromial} \right] * 100$$

10. RESULTADOS

El estudio se realizó con el total de la población de futbolistas inscritos como jugadores profesionales en Pereira al momento de la valoración (N = 69), distribuidos en tres categorías, donde el 40.6% (n=28) pertenece a la Primera "A", el 27.5% (n=19) a la Primera "B" y el 31.9% a la Primera "C" (n=22). Los valores promedio general encontrados, respecto a las variables básicas antropométricas, refieren una edad decimal de 21.534 años, lo que equivaldría a una edad cronológica de 21 años, 06 meses, 15 días al momento de la evaluación; un peso corporal total de 69.6kg y una estatura de 174.5cm (Ver Tabla 7). De allí igualmente se deduce que el promedio de edad decimal y cronológica coincide con lo esperado, es decir, se observa un aumento de la misma respecto a la categoría, madurez y experiencia deportiva del jugador (a mayor categoría mayor edad), aunque con una menor dispersión entre los integrantes a medida que disminuye la categoría; esta situación se asemeja al comportamiento del peso corporal observado aunque la mayor dispersión se presenta en la categoría Primera "C" (DE \pm 7,03) y la menor entre los de la Primera "B" (DE \pm 4,96). Cabe destacar que el mayor promedio de estatura se presenta entre los jugadores de la Primera "A" (175,3cm. DE \pm 5,64) pero es muy semejante a la presentada por los jugadores de Primera "C" (175,1cm. DE \pm 6,0) de donde se puede inferir, dado que estos últimos observan menor edad, que una vez alcanzada su madurez (en un término aproximado de 3 años) podrán contar con promedios de estatura algo superiores a los encontrados en la actualidad entre los jugadores integrantes de la Primera "A".

Tabla 7. Distribución de los valores encontrados en las variables básicas antropométricas de los jugadores profesionales de fútbol en Pereira, según categoría.

CATEGORÍA	n	EDAD DECIMAL		PESO		ESTATURA (cm)	
		PROM	DS	PROM	DS	PROM	DS
General	69	21,534	3,72	69,6	7,00	174,5	5,64
		(21.06.15)					
A	28	24,584	2,97	72,41	6,53	175,3	5,46
		(24.07.02)					
B	19	20,715	3,31	68,05	4,96	172,9	5,59
		(20.08.19)					
C	22	18,340	0,63	67,40	7,03	175,1	6,00
		(18.04.05)					

Cotejados estos resultados con los encontrados entre jugadores profesionales de estas categorías a nivel internacional en estudios realizados siete años atrás con jugadores profesionales pertenecientes a diferentes ligas deportivas (Bloomfield, J.; Polman, R.; O'Donoghue, 2007) en donde se puntualiza que los jugadores pertenecientes a la Bundesliga de Alemania presentan más estatura (1.83, DE \pm 0.06m) y masa corporal (77.5, DE \pm 6.4 Kg) que los jugadores de otras ligas profesionales europeas, English Premier League, Primera División Española (La Liga) y la Italiana Serie A, podemos afirmar con base en el nivel de significancia ($P < 0,05$) que no existe una diferencia significativa respecto a la estatura pero si respecto al peso corporal.

La importancia de continuar con la investigación en este contexto, puede ser ejemplificada por las inferencias de Bloomfield y colaboradores, quienes infieren por medio de sus resultados que las diferencias físicas del jugador profesional europeo, sugiere una explicación para las diferencias posiblemente derivadas del estilo de juego, las demandas físicas, los diversos métodos de acondicionamiento físico, o porque son las características deseables que buscan

en sus jugadores los diferentes clubes pertenecientes a las cuatro (4) ligas evaluadas.

En el contexto nacional, al ser confrontadas estas variables con los resultados obtenidos en los estudios de Serrato, R. M.; Sarmiento, J. M.; Peralta, J. F., con jugadores colombianos pertenecientes al Club Los Millonarios (estatura 174,2cm y masa corporal 69.0kg) y con los igualmente obtenidos en el Club Atlético Bucaramanga (178,0cm y 76,96kg) con los trabajos realizados por Barajas Ramón, Y.; Correa Pérez, E. A., no se encontraron en ninguna circunstancia diferencias estadísticamente significativas ni en relación con la estatura, ni con el peso corporal.

Desde esta perspectiva se corrobora lo que plantea la literatura respecto a que el jugador de fútbol no requiere un nivel de masa corporal y talla sobre la media demostrada por la población general (Sanchez, E.; Pereira, M. H.; Matsudo, V. K. R., 1990). Esto es contrario a otros deportes de juegos con pelota (voleibol y baloncesto) donde el promedio de la talla y el peso corporal del jugador demuestran ser mayores que la media de la población general. Por lo tanto, se considera que la aportación del peso corporal y talla en la práctica del fútbol tiene muy poca importancia.

No obstante, al analizar la estatura de los jugadores de acuerdo a la posición, se pudo constatar que la mayor altura de los jugadores pereiranos la presentan los arqueros (182,14cm), seguidos por el grupo de los defensas (175,21cm), donde los jugadores centrales poseen, evidentemente, una mayor talla (178,2cm), mientras que los laterales son algo más bajos (171,4cm). Luego aparecen los mediocampistas (172,8cm); sin embargo existen diferencias, aunque no significativas, entre los jugadores considerados como volantes de contención (177,5cm) y los ofensivos (168,9cm), valores muy similares a los registrados por futbolistas en la mayoría de los estudios similares revisados. Bajo las anteriores consideraciones se puede concluir que los promedio de la masa

corporal y talla del grupo de jugadores profesionales en Pereira resultó estar dentro de la amplitud demostrada por otros jugadores latinoamericanos de edad similar.

10.1. COMPOSICIÓN CORPORAL

Universalmente se reconoce que durante los procesos de crecimiento y desarrollo, como de entrenamiento se originan, de acuerdo a edad, género y carga de trabajo, una serie de cambios en la composición corporal, principalmente en el almacenamiento y distribución de sus componentes, esto posibilitó que la composición corporal constituyera un tema central del trabajo investigativo y que fuera estudiado o tratado con la estrategia de De Rose y Guimarães, ampliamente recomendada por el grupo español de Cineantropometría (G.R.E.C.), utilizando para el cálculo del peso graso la fórmula de Carter, para el peso óseo la de Von Döblen modificada por Rocha y para el peso residual la de Würch. El análisis de composición corporal permite conocer las proporciones de los principales componentes del cuerpo humano. De este modo se puede estimar su variación con la edad, el crecimiento y las distintas situaciones patológicas. Esto proporciona una información más exacta que la mera determinación de peso y talla o fórmulas matemáticas derivadas para la población general y poco precisas en casos individuales.

Con respecto a la grasa corporal cabe destacar que se encontraron valores más elevados por Faulkner que por Yuhasz, no obstante, como por norma general se utiliza Yuhasz para deportistas y Faulkner para sedentarios sólo se analizará la primera metodología. Allí se observa que el porcentaje de

grasa promedio general encontrado fue de 7.9% ($DE \pm 0.11$), mientras que la masa grasa fue de 5.46kg ($DE \pm 0.7$). Al observar este componente por categoría se encuentra que los menores valores lo observan los jugadores de la categoría Primera “A” (7.7%, $DE \pm 1.19$; 7.30kg, $DE \pm 1.67$) y los mayores valores los presentan los jugadores e la Primera “B” (8.4%, $DE \pm 2.67$; 7.46kg, $DE \pm 2.25$); aunque estas cifras están dentro de los rangos establecidas como adecuadas para la modalidad deportiva a nivel internacional, donde se estima que los porcentajes ideales para la práctica del fútbol deben oscilar entre el 9% y el 12% (Wilmore, J. H.; Costil, D. L., 1987), están muy cercanas a los estimativos de grasa esencial lo que no le permite cumplir su función más adecuada en la práctica deportiva en deportes de contacto: *protección*; desde esta perspectiva es la estructura ósea la que va a asumir, de manera directa, los golpes que se puedan recibir durante la competencia y, consecuentemente, existirán mayores riesgos de lesión (Ver Tabla 8).

Tabla 8. Distribución de la Grasa Corporal de los Jugadores profesionales de Fútbol en Pereira, según Categoría.

VARIABLE	CATEGORÍA	FAULKNER		YUHASZ	
		PROM	DS	PROM	DS
PORCENTAJE GRASA OBSERVADA (%)	General	11,10	1,34	10,40	2,50
	A	11,00	1,34	7,70	1,19
	B	11,20	1,43	8,40	2,67
	C	11,20	1,35	7,90	1,18
PESO DE GRASA (kg)	General	7,78	1,38	7,25	1,81
	A	8,02	1,46	7,30	1,67
	B	7,64	1,16	7,46	2,25
	C	7,60	1,46	7,00	1,60

La grasa corporal se divide en dos componentes, una es la *grasa esencial* que es la mínima necesaria para mantener la vida o desempeñar funciones vitales y reproductivas, la otra es la *grasa depósito* o grasa acumulada en exceso, esencialmente derivada de la ingesta calórica desproporcionada y/o de la insuficiencia de ejercicio. Si bien es cierto que la cantidad de grasa esencial para un individuo no se conoce de manera exacta, se estima que oscila en valores alrededor del 3% al 5% en los hombres y 10% al 12% en las mujeres, mientras que los valores aceptados como adecuados, para personas menores de 30 años de edad, se estiman entre 12% y 18% para los hombres y entre 15% y 21% para las mujeres (American Journal of Clinical Nutrition / American Council On Exercise / Tanita Corporation); mientras que los valores para deportistas practicantes de fútbol se estiman entre 9% y 12% (Wilmore, J. H.; Costil, D. L., 1987). Para la determinación del peso corporal total (PCT) se utilizaron una báscula convencional y la Tanita BFT-350, lo que permite determinar la composición corporal por dos modelos matemáticos diferentes; sin embargo, a pesar que el modelo matemático de composición corporal desarrollado para TANITA presenta mayor precisión y menor error que el modelo incluido en el dispositivo antropométrico para la estimación de masa grasa y masa libre de grasa (Impedancia Bioeléctrica) y requiere controlar variables adicionales como condiciones previas a la evaluación del deportista difíciles de inspeccionar con este tipo de población, se asumió el modelo tetracompartimental tradicional, pero el peso corporal analizado deriva del promedio de las dos mediciones.

Los pliegues cutáneos que más influyeron en la determinación de la masa grasa de los futbolistas pereiranos fueron el **subescapular** (promedio general de 9.4mm., rango 12.6mm., dato mayor 17.6mm y dato menor 5.0mm) y el **abdominal** (promedio general 9.6mm., rango 9.6mm., dato mayor 16.0mm. y dato menor 6.4), medidas que al ser comparadas con los jugadores de Millonarios el pliegue subescapular es muy semejante (9.9mm), pero el abdominal difiere en 1.2mm siendo menor en los jugadores pereiranos y el suprailíaco, que en el

conjunto bogotano tiene un espesor de 11.2mm, mantiene una diferencia de 2.2mm siendo igualmente menor en el jugador risaraldense.

Este componente de la composición corporal constituye así un aspecto importante de la condición física para los futbolistas ya que así como la poca grasa se constituye en riesgo potencial de lesión, la grasa corporal superflua actúa como peso muerto en la actividad futbolística en la que la masa corporal es levantada repetidamente contra la gravedad tanto durante la carrera como en los salto durante el juego. Además, se ha de tener en cuenta que una medición aislada de la adiposidad es inefectiva para distinguir claramente la composición corporal, asociada con deportes particulares. Cualquier evaluación de la composición corporal en deportistas debe examinar al menos tres componentes: adiposidad, músculo y hueso.

Bajo esta consideración se estableció que la masa muscular activa promedio (peso de músculo) de los jugadores de fútbol en nuestra ciudad es del orden de 35.44kg ($DE \pm 3.4$), mientras que la masa ósea es de 11.9kg ($DE \pm 1.22$) y la masa residual de 16.77kg ($DE \pm 1.69$). Resultó evidente encontrar entre los jugadores profesionales o primera "A" los mayores valores de estos componentes, seguidos por los de la primera "B" exceptuando la masa ósea donde los jugadores de la primera "C" presentan una mayor masa esquelética (12.0kg., $DE \pm 1.27$) que los de la primera "B" (11.6kg., $DE \pm 1.1$) (Ver Tabla 9). El análisis de la adiposidad (O-Scale System) revela a nivel general que la población se encuentra en una rango de normalidad, dado que este índice arrojó valores generales promedio de 49.82 ($DE \pm 16.6$) que así lo catalogan al llevar esta cifra a la escala de interpretación del índice; mientras que el índice de peso proporcional encontrado fue de 64.56 ($DE \pm 4.4$) lo que considera al grupo en general con niveles algo bajos de peso (regular en la escala) situación que se vio igualmente reflejada al analizar el peso adecuado o peso de competencia, pues solo el 13.6% ($n = 8$) de los jugadores se encuentran en el rango adecuado y los

demás (86.4%, n = 51) presentan déficit en el peso adecuado con variación que oscilan entre 0.01Kg y 5.86kg.

Tabla 9. Distribución de la Composición Corporal de los Jugadores Profesionales de Fútbol en Pereira, según la categoría

COMPONENTE	PRIMERA "A"			PRIMERA "B"			PRIMERA "C"		
	(kg)	(%)	DE	(kg)	(%)	DE	(kg)	(%)	DE
MASA GRASA	5,60	7,7	1,19	5,67	8,3	1,54	5,41	8,0	1,16
MASA ÓSEA	12,11	16,7	0,91	11,56	17,0	1,1	12,03	17,8	1,27
MASA RESIDUAL	17,45	24,1	1,57	16,4	24,1	1,2	16,31	24,1	1,69
MASA MUSCULAR	37,25	51,4	3,41	34,41	50,6	3,41	33,92	50,1	3,49
Peso Corporal Total	72,41	100		68,04	100		67,67	100	

La composición corporal de los jugadores de fútbol, excluyendo a los arqueros, está determinada en gran parte por el compromiso entre la capacidad aeróbica, con un requerimiento de grasa corporal bajo, y algún grado de fuerza y performance anaeróbica. De acuerdo a ello, el análisis de la composición corporal según la posición de juego mostró que, numéricamente, los arqueros no fueron los que tuvieron más grasa cuando se esperaba, por la carga metabólica más ligera impuesta sobre ellos con el ritmo de los partidos y de su entrenamiento, tuvieran de acuerdo a la posición en el campo de juego, los mayores valores de tejido adiposo; quienes arrojan los más elevados porcentajes son los defensas, primero los laterales (8.35%, DE \pm 0.23) y luego los centrales (8.27%, DE \pm 0.09). Excluyendo a los defensas, las diferencias de las medias entre las diferentes posiciones son todas muy pequeñas, y reflejan la magreza o masa muscular activa (MMA) característica de los deportistas de potencia y fondo de distintos deportes (Ver Tabla 10). Los arqueros y defensas centrales, en virtud de su mayor tamaño, tuvieron la mayor masa muscular. Es interesante observar que, numéricamente, los delanteros, centrales y volantes defensivos,

tuvieron el mayor porcentaje de masa muscular. Esto refleja, probablemente, la potencia muscular necesaria para la gran aceleración y velocidad de carrera que ellos necesitan.

Tabla 10. Distribución de la composición corporal de los jugadores profesionales de fútbol en Pereira, según las posiciones en el campo de juego

POSICIÓN DEL JUGADOR			Estadísticas	%Grasa	MCM (kg)	Peso Graso (kg)	Peso Óseo (kg)	Peso Residual (kg)	MMA (kg)
DEFENSA	ARQUERO	PROM	7.83	69.13	5.91	12.91	18.08	38.14	
		DS	1.15	3.06	1.14	0.50	0.97	1.91	
	CENTRALES	PROM	8.27	68.03	6.14	12.98	17.87	37.18	
		DS	0.09	4.79	0.87	0.74	1.25	3.30	
	LATERALES	PROM	8.35	62.23	5.71	11.36	16.37	34.5	
		DS	1.23	5.19	1.18	0.83	1.47	2.99	
MEDIO CAMPO	DEFENSIVOS	PROM	7.73	65.36	5.48	12.12	17.07	36.17	
		DS	1.08	4.19	0.91	0.67	1.11	2.89	
	OFENSIVOS	PROM	8.25	59.51	5.33	11.08	15.63	32.80	
		DS	3.04	4.67	1.81	0.66	1.07	3.43	
DELANTEROS		PROM	7.32	64.98	5.18	11.91	16.91	36.17	
		DS	1.17	8.05	1.25	1.31	2.17	4.80	

Normalmente se reconoce que un deportista presenta una constitución física caracterizada por la redondez del cuerpo, tórax y hombros anchos y cuello corto, por ello quizá el Índice de Forma Física o Índice de Rohrer ofrece algunas ventajas para estimar la adiposidad en humanos, así quedó establecido por un grupo de médicos del Departamento de Nutrición y Bromatología, Facultad de Biología, Universidad de Barcelona, quienes publicaron en el año 2005 un trabajo denominado: *“Ventajas teóricas del Índice de Rohrer ($\text{Peso}/\text{Altura}^3$) sobre el IMC ($\text{Peso}/\text{Altura}^2$) para la estimación de la adiposidad en humanos”*, donde plantean que el peso corporal está relacionado con el volumen corporal, el cual, a su vez, es función de elementos longitudinales de medida del cuerpo (L) al cubo; mientras que la superficie corporal está relacionada con el cuadrado de L.

Este planteamiento es aplicable a cualquier sólido cuya forma se mantenga al experimentar cambios de tamaño, de acuerdo con las reglas básicas de alometría (Fernández Fernández, 2005). Por ello el índice de obesidad no es directamente aplicable a poblaciones humanas que tengan diferencias notables en la altura (estatura), es decir, no es aplicable a adolescente o niños y menos a deportistas porque cuanto más alto sea un individuo, un mismo porcentaje de grasa corporal dará a valores de IMC más altos.

El artículo concluye que las implicaciones de esta desviación son considerables, especialmente cuando el patrón oro de la salud se basa en valores predeterminados del IMC, a pesar de que representen contenidos de grasa muy diferentes en individuos de diferentes alturas y que, en definitiva, la aplicación del IMC sin corrección a series de humanos da lugar a una minusvaloración de la grasa corporal en personas de talla baja, y una sobrestimación de ésta en los más altos. Esta desviación se suma a las ya conocidas en razón de etnia y género. Cabe, entonces, suponer que la tendencia secular de incremento de la altura en muchas poblaciones puede ser, en parte, responsable del incremento del IMC (y su tipificación como sobrepeso u obesidad), lo que conduce a una sobrestimación de las tendencias al aumento de la incidencia de la obesidad y el sobrepeso.

Los autores sugieren que un planteamiento más ortodoxo de comparación del peso con una valoración teórica del volumen esperable a partir de la altura implicaría su comparación con el volumen derivado de la misma (L^3), de modo que el índice de Rohrer (P/A^3) teóricamente no ha de sufrir estas desviaciones, al representar una comparación directa del peso y el volumen teórico que corresponde a la altura del cuerpo, siempre que se mantengan sin cambios la forma y proporciones del cuerpo. Este planteamiento puede ser aplicado con ventaja a niños, adolescentes e individuos de ambos sexos y diferentes etnias. Por ello proponen el uso generalizado del índice de Rohrer para la estimación comparativa del grado

de obesidad.

Bajo las anteriores consideraciones el cálculo del porcentaje de grasa corporal como correlato del IMC no debe ser usado, por tanto, más que en estudios poblacionales o, en todo caso, dentro de grupos humanos extremadamente bien definidos y uniformes. El IMC nunca debe ser utilizado para estimar la grasa corporal en individuos aislados o en la práctica clínica. Aspecto este considerado y tenido en cuenta en el presente estudio donde se entra a analizar el Índice de Rohrer, también conocido como Índice de Forma Corporal (IFC) que compara la forma (volumen) real del cuerpo con la forma (volumen) teórica, que a su vez depende del cubo de la altura (L^3), es decir,

$$IFC = P/A^3$$

Se establece así una comparación de correlatos del volumen que correspondería a una altura (A) y del que se mide experimentalmente el peso (P). Manteniéndose la forma del cuerpo, y todo el peso correspondiera a masa magra, el cociente no variaría dentro de un margen amplio de pesos y alturas. Sin embargo, cualquier desviación del peso debida a la acumulación de grasa aumentaría o incrementaría el valor del IFC. En este sentido se encontró que el promedio general del IFC es del orden de 13.1 ($DE \pm 0,89$), sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,05$) entre los jugadores de las categorías Primera "A" (13.4, $DE \pm 0,97$) y Primera "B" (13.2, $DE \pm 0,67$), aunque los primeros reflejan una mayor dispersión de los datos. Pero si se encontraron diferencias significativas entre estas categorías y la Primera "C" (Ver Tabla 11). Resulta interesante poder establecer o destacar la no se encontraron investigaciones en futbolistas, en ninguna categoría, ni local ni nacional, que hayan estudiado a la fecha el Índice de Rohrer o Índice de Forma Corporal.

Tabla 11. Distribución de la Superficie Corporal (SC), Sustancia Corporal Activa (AKS) e Índice de Rohrer (IFC) en los jugadores profesionales de fútbol en Pereira, según categoría

CATEGORÍA	ESTADISTICOS	SC (m ²)	AKS	IFC
GENERAL	PROM	1,8	1,2	13,1
	DS	0,11	0,08	0,89
A	PROM	1,9	1,2	13,4
	DS	0,11	0,08	0,97
B	PROM	1,8	1,2	13,2
	DS	0,09	0,06	0,67
C	PROM	1,8	1,2	12,6
	DS	0,12	0,07	0,75

En lo que respecta a la masa esquelética se encontró que estos mismos jugadores presentan registros más elevados respecto a las demás posiciones de los jugadores en el campo de juego, exceptuando los volantes defensivos. Los arqueros observan un peso óseo de 12.91kg. (DE \pm 0.5), mientras que en los defensas centrales es de 12.98kg. (DE \pm 0.74), en tanto que en los volantes defensivos es de 12.12kg. (DE \pm 0.67); esto evidencia que para la práctica del fútbol resulta supremamente importante el tamaño óseo absoluto. Durante el juego, las pelotas altas lanzadas por el adversario desde los laterales al área penal son una estrategia común que necesita defensores altos. Además de estas situaciones, parece haber muy poca ventaja, si es que la hay, en el mayor tamaño óseo en los jugadores que no se mueven en las zonas centrales, y como probablemente la mayor masa esquelética inhibe o reduce la movilidad, podría ser contraproducente para muchas de las destrezas en el fútbol.

En relación a la distribución general de los compartimientos de la composición corporal, desde el punto de vista porcentual, se pudo establecer que no existen diferencias estadísticamente significativas con los resultados obtenidos por Serrato, R. M.; Sarmiento, J. M.; Peralta, J. F. en sus estudios realizados con jugadores colombianos de diferentes categorías, aunque en los jugadores pereiranos se encuentran cifras ligeramente inferiores en cuanto al porcentaje graso, 7.8% respecto a 8.0%, y por ende en el peso de la grasa, 5,46kg respecto a 5.9kg., y aunque el porcentaje del peso residual es semejante por estimativos del protocolo, su peso es algo mayor en jugadores pereiranos (16.77kg.) frente a los demás jugadores colombianos (16.1kg.), situación que igualmente se ve reflejada en relación a la proporción de la masa muscular (Ver Tabla 12).

Tabla 12. Distribución Compartimental de la Composición Corporal en Jugadores Profesionales de Fútbol en Colombia

COMPARTIMIENTO	Jugadores Colombianos diferentes categorías		Jugadores pereiranos	
	%	kg.	%	kg.
Peso Graso (Yuhasz)	8.0	5.8	7.8	5.46
Peso Óseo	18.9	12.7	17.1	11.93
Peso Residual	24.1	16.1	24.1	16.77
Peso Muscular	48.3	32.5	50.9	35.44
Peso Corporal Total	100	67.24	100	69.6

Bajo las anteriores consideraciones se puede inferir que la composición corporal es el factor sobre el que quizá, técnicamente más fácilmente se puede intervenir en la práctica del fútbol, siendo además el que menor coste económico requiere. Conociendo ésta apreciación, solo se necesita la pericia imprescindible para modificarla sin gasto financiero alguno. Variando la alimentación e hidratación individual, de acuerdo a los valores obtenidos, de cada futbolista, a

través de dietas personalizadas, con el objetivo de conseguir el morfotipo más apto para llevar a cabo el tipo de juego implantado por la filosofía del club o por el entrenador. Otro de los aspectos importantes es la compenetración del equipo médico con el entrenador, fisioterapeutas y preparadores físicos para que con estos datos se pueda implementar un protocolo de trabajo y preparación física a lo largo del año destinado a conseguir el rendimiento óptimo del equipo y en particular de cada jugador, concretando dentro de este concepto general el trabajo físico de cada uno de ellos y modificar según las necesidades personales los ciclos de entrenamiento de resistencia, potencia, velocidad y capacidad muscular aplicados a la ejecución periódica de una actividad deportiva.

Los resultados encontrados en la composición corporal indican que los valores de la grasa corporal como de cada uno de los compartimientos coinciden con los presentados con otros estudios; tal es el caso del porcentaje de grasa de los futbolistas que se analizaron en este estudio, se encuentran dentro del rango estipulado por el Comité Olímpico de los Estados Unidos (COEEUU) en el año 1998, donde se determinó que los deportistas de alto rendimiento se deben encontrar en un porcentaje graso que fluctúe entre el 4% y 10%. Igualmente coincide con valores presentados por futbolistas de élite integrantes de la Selección Española de Fútbol presente en el Campeonato del Mundo de Italia de 1990, quienes presentaron porcentajes de grasa del orden de 7.9% por el mismo método de Yuhasz (Casajús, J. A.; Aragonés, Ma. Teresa, 1991). Algunos otros estudios han determinado la valoración de la composición corporal de deportes concretos sin dar una visión global de la situación.

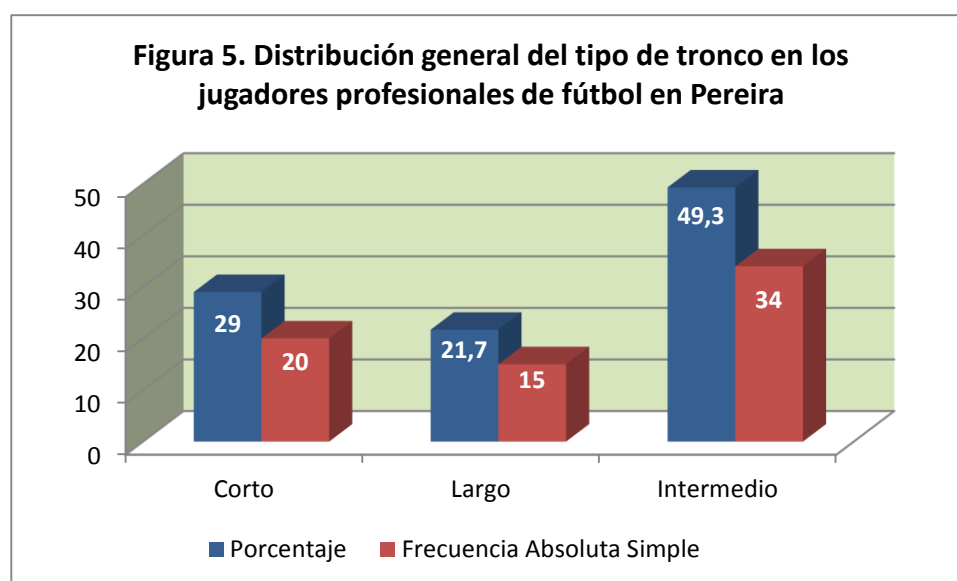
10.2. ÍNDICES CORPORALES

Al entrar a analizar los índices de la composición corporal se encontró que la totalidad de los jugadores profesionales de fútbol en Pereira presentan, en relación al índice adiposo-muscular (IAM), valores promedio generales del orden de 0.15 ($DE \pm 0.03$). Los valores de Normalidad oscilan entre 0.6 – 0.8); es decir, 0.15 de grasa por kilogramo de peso de músculo, lo que indica muy poca grasa en relación a la cantidad de masa muscular, lo que aduce una muy baja acción protectora contra los golpes y/o contusiones propias del juego que practican; además, al confrontar el peso óseo con la masa muscular o Índice Muscular-Óseo (IMO), se observa, igualmente, una muy baja cantidad de masa ósea por kilogramo de masa muscular (2.98. $DE \pm 0.23$) lo que indicaría un muy bajo soporte o estructura esquelético para la cantidad de masa muscular existente, pues los valores de normalidad se establecen en una franja que va entre 3.7 y 4.1, situación que a la larga sería igualmente contraproducente para los niveles de tensión y esfuerzo físico que estos jugadores deben soportar.

Cabe destacar que aunque el Índice Ponderal Recíproco, como indicador de robustez, se encuentra en rangos de normalidad para la totalidad de los deportistas, refiriendo que existe un peso normal para la talla dado que los valores promedio encontrados fueron del orden de 42.5 ($DE \pm 0.96$). La amplitud de los valores medios estándar están entre 35 y 45), el coeficiente nutricional revela subnutrición en el 98.5% de los futbolistas pereiranos, situación bastante preocupante máxime cuando el 43.5% ($n = 30$) son reportados como delgados, el 10.1% ($n = 7$) como extenuados y el resto, algo menos de la mitad de los jugadores estudiados (46.4%, $n = 32$) aparecen como normales.

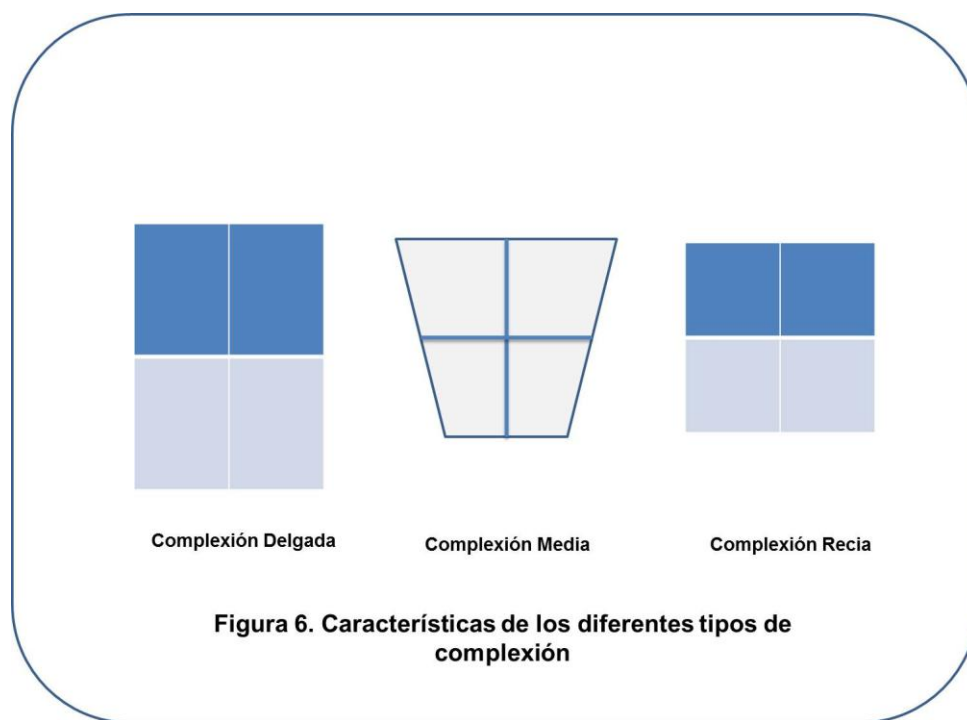
En relación a las relaciones del tronco se pudo establecer que de acuerdo al Índice Córmico el 29% ($n = 20$) de los jugadores presentan un tronco corto, el 21.7% ($n = 15$) un tronco largo y el 49.3% ($n = 34$) un tronco medio o intermedio

(Ver figura 00); prevalece, además, la forma trapezoidal donde el 58% (n = 40) presentan esta forma geométrica en su tronco, es decir que el diámetro bicrestal es siempre mayor que el diámetro biacromial. El 13% (n = 9) evidencian una forma rectangular del tronco, esto es que las dimensiones de estos diámetros son muy semejantes y el 29% (n = 20) restante asumen un tronco intermedio (Ver Figura 5). Estas características, según el proceso referido por Cesar Bravo Barajas (1983) establecen no sólo la relación entre los grandes diámetros transversos, sino también entre estos a la mitad del tronco y los longitudinales determinando los tres tipos de complexión reconocidos en la literatura universal: pequeña, media y recia o grande.



Desde esta perspectiva, en la complexión delgada el diámetro longitudinal es francamente mayor que el transversal, y los diámetros biacromial y bicrestal iguales o el primero ligeramente mayor. En la complexión media el diámetro longitudinal es igual o mayor al transversal, pero el diámetro biacromial es mayor que el bicrestal, dando origen al tronco de forma trapezoidal. En la complexión

recia los diámetros longitudinal y transversal son sensiblemente iguales o menor que el bicrestal (Bravo Barajas, 1983) (Ver Figura 6).



La complexión encontrada en el grupo de jugadores estudiados se distribuye entre pequeña y media, donde el 72.5% ($n = 50$) pertenecen a la primera y el 27.5% ($n = 19$) a la segunda. No obstante, al revisarla tanto por categoría como por posición en el terreno de juego siempre se caracterizaron a los jugadores como deportistas de complexión pequeña.

Los valores encontrados respecto a la longitud relativa de las extremidades inferiores (LREI) permiten catalogar a la totalidad de los jugadores como braquiesquélcos, es decir, jugadores con unos miembros inferiores cortos. No obstante, se observa una adecuada simetría en el desarrollo de la masa muscular tanto del muslo como de la pierna encontrándose sólo un caso, un jugador de la Primera "B" que presenta imbalance en la musculatura del muslo

más no en la pierna izquierda. Resulta bastante útil la medición de ambos perímetros, ya que la identificación de desequilibrios en la fuerza entre la pierna izquierda y la derecha, o entre flexores y extensores, es útil para estimar la predisposición a lesiones.

Con estos valores y análisis hasta ahora presentado se espera poder resaltar la importancia de estudiar individualizadamente a cada deportista relacionándolo con su deporte o actividad deportiva, para poder dar una interpretación más adecuada a sus valores individualizados; sin embargo, y de eso estamos seguros, los valores medios, y desvíos estándares obtenidos en los jugadores profesionales de fútbol en Pereira, en el grupo en general y de acuerdo a la categoría o posición en el campo de juego, respecto a las variables básicas antropométricas, a la composición corporal y a los índices corporales han de servir como referentes para estudios comparativos con otros equipos a nivel nacional e internacional y porque no decirlo, como criterios de selección en el contexto local.

10.3. SOMATOTIPO

El somatotipo ofrece un método conveniente para describir el físico de los jugadores en función de tres dimensiones: endomorfia, mesomorfia y ectomorfia; desde esta perspectiva, los futbolistas tienden a tener un buen desarrollo muscular, especialmente en el muslo, y esto produce una forma corporal característica típica: Mesomorfismo Balanceado.

Una comparación de los mejores jugadores de la liga inglesa con los atletas olímpicos de 1960 estudiados por Tanner (1964) usando procedimientos

similares, muestra que los futbolistas se asemejan mucho a los corredores de 400m con vallas en peso y en el perímetro de muslo, pero son más bajos y tienen mayores pliegues cutáneos y valores de endomorfia (Reilly, 1998). El perímetro de muslo y pantorrilla, la endomorfia y los pliegues cutáneos se aproximaban a valores de saltadores triples, que eran más ligeros y altos. Somatotipológicamente, el promedio general de los futbolistas pereiranos se reporta como central dado que el análisis arrojó los siguientes valores: 2.5 - 2,6 - 2.5 (Ver Tabla 13), situación que se ve reflejada para los jugadores de campo de acuerdo a las diferentes posiciones, aunque con unas muy pocas variaciones en el componente mesomórfico (Ver Figura 7), sin llegar a evidenciar desarrollos musculoesqueléticos elevados, pues el mayor valor en este componente lo reportaron los defensas laterales (3.0). Las pruebas estadísticas T de Student y análisis de varianza de una vía, revelaron que la endomorfia, mesomorfia y ectomorfia fueron prácticamente semejantes en las tres categorías, no encontrándose diferencias significativas. Las medias de estos parámetros mostraron que todos los jugadores, independientemente de su pertenencia al grupo de porteros, defensas, volantes o delanteros, poseen un somatotipo central.

Tabla 13. Distribución de los componentes del somatotipo y de las coordenadas "X" y "Y" en los jugadores profesionales de fútbol en Pereira, según posición en el campo de juego

POSICIÓN DE LOS JUGADORES	COMPARTIMENTOS			COORDENADAS	
	ENDO	MESO	ECTO	"X"	"Y"
ARQUEROS	2,4	2,8	2,4	0	0,8
DEFENSAS CENTRALES	2,6	2,6	2,1	-0,5	0,4
DEFENSAS LATERALES	2,7	3,0	1,9	-0,8	1,4
VOLANTES DEFENSIVOS	2,4	2,4	2,2	-0,2	0,2
VOLANTES OFENSIVOS	2,4	2,3	1,9	-0,6	0,2
ATACANTES	2,4	2,3	1,9	-0,3	0,2
PROMEDIO GENERAL	2,5	-2,6	2,5	-0,4	0,8

Evaluaciones antropométricas realizadas por Zuñiga & De León Fierro (2007), a jugadores de futbol de dos equipos semiprofesionales de diferentes categorías, revelan que la media del somatotipo del equipo "A" fue 2.1 - 5.3 - 2.0 con (DE \pm 0,76 - 0,67 - 0,49), lo que indica con relación al modelo internacional que es un somatotipo "mesomorfo-balanceado", ya que la mesomorfia es dominante, mientras que la endomorfia y ectomorfia son casi iguales (Carter, citado en Garrido Chamorro R. et al, 2005); mientras que la media del somatotipo del equipo "B" fue 2.5 - 5.5 - 1.8 (DE \pm 1.09 - 0.50 - 0.77) lo que lo cataloga como un somatotipo "meso-endomorfo", dado que el componente mesomorfo es alto, el endomorfo es moderado y el ectomorfo es bajo (Carter, citado en Garrido Chamorro R. et al, 2005). Lo reportado por los jugadores pereiranos difiere no solo del referente somatotipológico internacional, sino de estos jugadores, que sin ser aún profesionales, evidencias desarrollos musculo-esqueléticos muy superiores (Zuñiga, U.; De León Fierro, L., 2007).

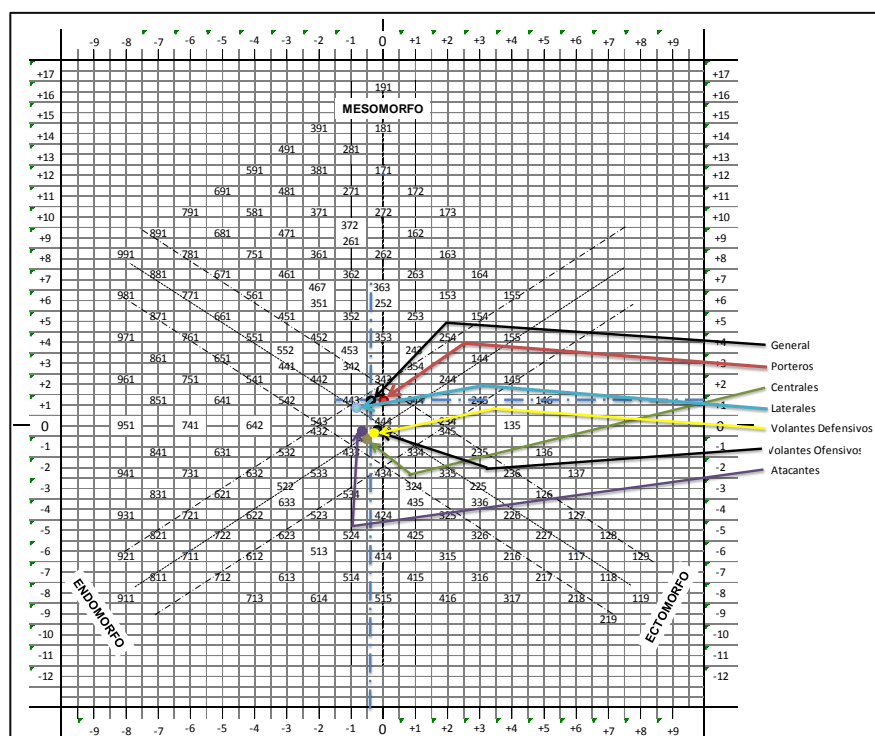


Figura 7. Somatograma de los Jugadores Profesionales de Fútbol en Pereira, según la Posición en el Campo de Juego.

Algo similar es reportado por Rivera & Avella (1992) sobre un estudio realizado con futbolistas puertorriqueños, donde el grupo total estudiado mostró una dominancia mesomórfica y su somatotipo promedio de 2.6 – 4.7 – 3.0, que fue clasificado como mesomorfo balanceado (River, M. A.; Avella, F. A., 1992). Además, la literatura muestra valores del somatotipo de futbolistas españoles 3.0 – 5.0 – 2.5 (Martínez, C.; Toba, E.; Pila Teleña, A., 1983); ingleses 2.7 – 4.7 – 3.2 (Bale, 1986) de clasificación, igualmente, mesomórficos balanceados. Otros estudios revelan que la selección nacional de República Dominicana exhibió valores de 3.6 – 2.4 – 2.3, y jugadores cubanos 2.0 – 5.2 – 2.4 estando clasificados también como endomórficos balanceados. El grado de mesomorfia y endomorfia de los jugadores pereiranos contrasta marcadamente con lo demostrado por el grupo dominicano pero sabemos que el nivel de rendimiento de estos jugadores en el contexto internacional no es nada relevante. No obstante, es necesario señalar que el rango de valores para la mesomorfia en la población general de los jugadores de fútbol está entre 3.5 a 5.0. Los estudios de Carter (Carter, 1982) sugiere que cuanto mayor sea el nivel de rendimiento y aptitud deportiva, mayor será la tendencia a la congruencia entre los somatotipos de un mismo deporte.

7. CONCLUSIONES

Los resultados anteriormente presentados, desde la perspectiva de los indicadores antropométrico-nutricionales, de la composición corporal e índice de desarrollo corporal, permiten concluir que:

- La estimación de la composición corporal a través de impedancia bioeléctrica (Tanita TBF-300A) constituye un buen predictor en relación con otras técnicas (antropometría, por ejemplo); con las ventajas de ser más precisa, repetible y de fácil realización; disminuye el error intraobservador y, además, es un proceso rápido de elevada aceptación entre la población en general. Bajo estas condiciones se recomienda su aplicación habitual no solo en la valoración del estado nutricional en el contexto de la vida de diferentes grupos poblacionales, sino especialmente en deportistas, siempre y cuando se controlen variables adicionales (ingesta de líquidos, por ejemplo). Bajo esta consideración el modelo que hoy tiende a imponerse en la determinación de la composición corporal sea el de bioimpedancia, tanto en clínica como en la actividad física, un poco en sustitución de la antropometría; sin embargo, aún existe mucha controversia entre los autores sobre si su precisión es mayor o menor que las medidas de los pliegues cutáneos (Díaz et al, 1989; Deurenberg et al, 1990; Schultink et al, 1992; Valero et al, 1994; Núñez et al, 1994).
- El promedio general del porcentaje de grasa corporal observada entre los jugadores profesionales de fútbol en Pereira (7.8%), muy cercanos a la grasa

esencial (normal en hombres entre 3% y 5%), pueden ser considerados bajos para la práctica del fútbol máxime cuando los valores mínimos recomendados oscilar alrededor del 9%. Además, como deporte de contacto este tejido no sólo asume un carácter protector que no está siendo utilizado, sino que consecuentemente evidencia, como indicador nutricional y de riesgos de salud, estados de subnutrición, situación que amerita o requiere la implementación de estrategias educativas y médico-fisiológicas inminentes tendientes a minimizar estas alarmas constitucionales, especialmente cuando se reconoce que su influencia ejerce disminución del rendimiento físico-deportivo, afecta las habilidades cognitivas y de socialización, reduce la energía y vitalidad del deportista, y sobre todo, obstaculiza y/o codetermina el desarrollo muscular y la fuerza.

- Bajo la anterior consideración, la proporción de grasa corporal general o IMG, expresada en kilogramos por metro cuadrado de superficie corporal, aunque no se encuentran referentes locales o nacionales⁴, se puede considerar bajo: 2,96Kg./m² (DE \pm 0.10), situación reflejada en el sostenimiento del peso adecuado o peso de competencia que devela un déficit general promedio que oscila entre 0.88kg y 3.28Kg. Se hace necesario, entonces, una vez conocidos o identificados los niveles de grasa corporal, disponer de un programa seguro para los deportistas que se reconocen como subnutridos o con bajo peso buscando incrementar la masa corporal total; así, se podría coadyuvar en la adquisición del peso óptimo de los futbolistas (sin que dicho incremento sea mayor a 1,0Kg. o 1,5Kg. por semana) en un tiempo importante, pues los cambios en la composición corporal no se pueden alcanzar ni conseguir de forma segura en periodos cortos de tiempo.

⁴ En trabajo de investigación realizado por Jorge Alberto Fernández Vieitez, investigador agregado del Centro Provincial de Medicina del Deporte, Holguín (Cuba), sobre la estimación de la Composición Corporal para niños de 5 a 10 años en dicha provincia, sobre una muestra de 123 preadolescentes (61 niños, 62 niñas) se encontraron valores promedios generales en el índice de Masa Grasa de 2,8Kg/m² \pm 1,46; en el Índice de Masa Libre de Grasa de 13,78Kg/m² \pm 5,97 y en el Índice de Masa Corporal de 16,58Kg/m² \pm 2,2 en niños y de 17,18Kg/m² \pm 2,8 en niñas. Rev. Cubana Salud Pública 2003; 29(1): 37- 41.

Particularmente cuando se pudo establecer que los promedios generales del porcentaje de grasa corporal observada, en relación a los criterios planteados por American Journal of Clinical Nutrition / American Council On Exercise / Tanita Corporation que establecen un rango de 15% a 21% para los hombres atletas están muy por debajo de estos parámetros lo que evidencia, aún más, el bajo peso en ellos encontrado.

- La masa corporal total adecuada (*“peso adecuado”*), determinada a partir del porcentaje de grasa adecuado según edad y género para deportistas según la modalidad o tipo de deporte, difiere ostensiblemente de la observada. Se esperaba que de acuerdo a ello el promedio general del peso mínimo fuera aproximadamente de 70.498kg., mientras que el máximo se acercara a los 72.901kg. pero las cifras encontradas están sobre los 69.623Kg ($DE \pm 7.21$) lo que evidencia la disminución de esta variable respecto a la edad, género, complexión y modalidad deportiva, cifras estas que ratifican las situaciones de malnutrición y la necesidad imperiosa de un adecuado control médico y de pautas educativas como físico-deportivas a fin de que se pueda asumir una actividad académica y de salud con verdadero sentido de formación profiláctica para el rendimiento.
- En lo que respecta al IFC, que se aduce es más preciso que el IMC, para la estimación comparativa de la obesidad y su gravedad, se encontraron valores idénticos desde el punto de vista del promedio general respecto a los reportados como referentes universales (atletas 13.1; estándar 13.5), pero la correlación, según Pearson, con la grasa corporal, sólo se evidenció como positiva media ($r = 0.43$), muy parecida a la expresada por los jugadores de la Primera “A”; sin embargo, al interior de las categoría Primera “B” y Primera “C” se encontraron, respectivamente, correlación negativa muy débil ($r = -0.18$) y positiva considerable ($r = 0.78$).

- La cantidad de masa corporal activa relativa según la talla expresada en el índice de sustancia o AKS (Tittle - Wuscherk, 1972) como indicador de la proporción de la masa muscular (la masa corporal absoluta depende de la estatura) permite afirmar que el desarrollo muscular de los deportistas pereiranos estudiados es en promedio general bueno en tanto que porcentualmente comparados con los reportados por otros clubes colombianos (48.3%) son superiores (50.9%), pues se encontraron valores del orden de 1.2gr/cm^3 ($DE \pm 0.08$) que representan aproximadamente 1.2 gramos de músculo por centímetro cúbico de estatura, valores que no dista mucho de los encontrados en deportistas cubanos de atletismo de mediodondo ($1,1\text{gr/cm}^3$), ciclistas ($1,18\text{gr/cm}^3$) e incluso de basquetbolistas ($1,07\text{gr/cm}^3$) con quienes las diferencias no son estadísticamente significativas.

Somos conscientes que las diferencia encontradas a nivel general como entre las diferentes categorías, ya sea en relación a grupos poblacionales nacionales estudiados o internacionales, estadísticamente significativas o no, están o pueden estar influenciadas no solo por constituyentes hereditarias (factores endógenos o internos de desarrollo) si no fundamentalmente por las condiciones ambientales (factores exógenos o externos de desarrollo), que interactúan sobre el organismo del jugador profesional positiva o negativamente y pueden constituirse en los determinantes subnormales del estado nutricional. Desde esta perspectiva el estudio realizado no solo ofrece una serie de datos de la composición corporal, sobre una pequeña franja poblacional del deporte pereirano, sino que evidencia de manera específica aportes al conocimiento con técnicas de evaluación y criterios académicos que se han de tener en cuenta en la formación pregraduada en ciencias del deporte y la recreación; a la vez, se abre una ventana a posibilidades de seguir avanzando, técnica y científicamente, en la investigación físico-deportiva de los amantes y practicantes del fútbol

considerando la necesidad de unificar y/o estandarizar procesos metodológicos y establecer metas en políticas deportivas en bienestar y nutrición tendientes a mejorar las realidades del rendimiento en el deporte profesional, sus aspectos socio-culturales, educativos y de salud, especialmente cuando las exigencias físicas y los esfuerzos a que son sometidos por las cargas de trabajo así lo ameritan, en busca de unos verdaderos y consolidados referentes de practica deportiva profesional en el contexto colombiano.

8. RECOMENDACIONES

Estudios como el presente permiten dar a conocer, en el marco del rendimiento físico-deportivo profesional, a los responsables de su preparación y/o entrenamiento, elementos necesarios básicos acerca de la composición corporal, los índices corporales y somatotipo de los deportistas de élite peruanos, dada la responsabilidad que ellos tienen sobre la salud y bienestar general de la población a su cargo, resultando así necesario que los entrenadores y cuerpo médico conozcan los principios y factores relevantes, próximos o determinantes del estado nutricional normal del deportista. Además, dadas las limitaciones de acceso de este tipo de población a los sistemas de salud y, en muchos casos, por las precarias condiciones socioeconómicas en que viven derivadas de su forma de contratación, sobre ellos recae la evaluación antropométrico-nutricional buscando detectar problemas nutricionales o de salud que afectan los procesos de rendimiento lo que exige una mayor atención y orientación individualizada. Por lo tanto se recomienda reconocer que la población estudiada quizá no sea estadísticamente representativa de los deportistas locales, pero si probablemente alerta sobre la situación alimentaria de los practicantes del fútbol con malnutrición, condición que bien puede estarse evidenciando en otras disciplinas deportivas donde las condiciones de práctica y de apoyo son aún más precarias. Por ello, se plantean algunas recomendaciones nutricionales para el entrenamiento y la competencia:

- La contribución más efectiva de la nutrición para mejorar el rendimiento no es, como frecuentemente se cree, la comida anterior al partido, sino un

apoyo nutricional a lo largo del proceso de entrenamiento. Para mantener un entrenamiento de alta calidad diariamente durante varios días, los jugadores deben consumir suficiente cantidad de hidratos de carbono (CHO) como para restablecer las reservas de glucógeno muscular y hepático, y deben beber suficientes líquidos como para asegurar la rehidratación. Idealmente, los programas de entrenamiento deben incluir días de entrenamiento ligero, como recuperación activa, tras días de entrenamiento pesado. Este tipo de preparación permite que los jugadores se recuperen de lesiones menores y que repongan sus reservas de CHO sin la innecesaria intrusión en sus hábitos alimentarios normales.

- A fin de obtener el máximo provecho del rápido ritmo de reposición del glucógeno tras el ejercicio, los jugadores deben beber soluciones que contengan CHO inmediatamente tras su regreso a los vestuarios e incluso antes de ducharse. Su ingesta de CHO debe ser al menos de 1.0g/kg cada dos 2 horas hasta la siguiente comida. Pueden comerse pequeños snacks con CHO a lo largo del período de recuperación, ayudando así a evitar las molestias abdominales que pueden presentarse cuando se coman grandes comidas.
- Además de asegurar una adecuada disponibilidad de glucógeno muscular y hepático, previo al ejercicio, mediante el consumo de una alimentación de moderado a alto aporte de CHO, los jugadores de fútbol probablemente también se podrán beneficiar con la ingestión de CHO durante el partido (Shephard y Leatt, 1987). Tal práctica ha demostrado que reduce la utilización neta del glucógeno durante un partido de fútbol (Leatt y Jacobs, 1989) y fortalece la performance de la carrera durante los últimos momentos del partido (Kirkendall, 1993).

Esto destaca la importancia que ocupa la nutrición en el mundo de la actividad físico-deportiva, sin embargo con demasiada frecuencia, se le otorga un lugar muy discreto en la lista de prioridades con que se enfrentan los entrenadores y los médicos del equipo que preparan a los jugadores. Cuando los jugadores no pueden completar las sesiones de entrenamiento intenso o seguir el ritmo de juego, suele atribuirse esta circunstancia a la *"falta de dedicación"* o en el caso de jugadores profesionales a *"demasiadas noches en que se van a dormir muy tarde"*. Rara vez se relaciona el bajo rendimiento con una preparación nutricional inadecuada para el entrenamiento.

Lamentablemente, el interés por la nutrición se limita a algunas comidas "cábala" y cuando un jugador debe bajar de peso. No se extiende, sin embargo, a cómo pueden usarse los alimentos ordinarios como parte de estrategias nutricionales a fin de prepararse y recuperarse rápidamente de la competición y el entrenamiento. Es importante entender que la nutrición no sólo contribuye en el aumento de la performance en fútbol durante la precompetencia, sino que tiene una más significativa contribución como soporte del proceso de entrenamiento.

El entrenamiento en fútbol es muy demandante sobre todo en la pretemporada; por lo tanto, los deportistas deben no sólo ser capaces de cubrir las demandas energéticas de cada una de las sesiones de entrenamiento, sino que deben ser capaces de recuperarse rápidamente, para estar en condiciones de responder a los entrenamientos futuros, y alcanzar su máximo rendimiento en cada uno de los eventos competitivos. Una rápida recuperación entre los partidos es extremadamente importante durante los torneos, sobre todo cuando comúnmente, hay sólo dos a tres días entre los mismos. Por lo tanto, las demandas del entrenamiento y de los partidos de fútbol consisten en que el futbolista debe ser capaz de responder a este tipo de situaciones, particularmente, con poco tiempo de recuperación entre cada partido.

Los jugadores no profesionales también tendrán las demandas adicionales de sus ocupaciones laborales, de estudio, además de los entrenamientos y partidos que le demande la práctica de fútbol. La estrategia alimentaria está basada en el consumo de alimentos comúnmente disponibles que aumenten la capacidad ante el esfuerzo. Los dos nutrientes efectivos empleados son alimentos ricos en CHO y las bebidas de hidratación.

Se ha considerado que la cuantificación de los aspectos de la constitución morfológica puede conducir a una comprensión mejor de la relación entre la constitución y el funcionamiento, pero es necesario resaltar que se deben de incorporar valoraciones funcionales complementarias como lo son sus capacidades físico-motrices, las cuales en conjunción con la determinación de la composición corporal y el somatotipo podrían asegurar una información más acertada sobre el estado morfológico y funcional del atleta, y a la vez, identificar sus características y concordancia con los requerimientos del deporte (somatotipo adecuado), donde para el fútbol los requerimientos implican una combinación de habilidades motoras gruesas y finas (Rienzi y cols. 2000).

BIBLIOGRAFÍA

- (s.f.). Obtenido de <http://www.ama-med.org.ar/obesidad/CAP-1-COMPOSICION-CORPORAL-Y-SU-DETERMINACION.pdf>
- Beatriz García, Cecilia de Plata, Alvaro Rueda, Alberto Pradilla. . (2003). *Colombiamedica*. Recuperado el 23 de 02 de 2009, de <http://colombiamedica.univalle.edu.co/Vol34No2/cm34n2a2.htm>
- "FAMP" Mosquera Puín, F. A. (5 de Marzo de 2005). *Monografias.com S. A.* Recuperado el 15 de Septiembre de 2010
- Acero Jauregui, J. A. (1993). *Texto Guía bases Teorico Prácticas del O-Scale System*. Pamplona.
- Alonso, M., & Acosta, V. (1970). *Introducción a la física I. mecánica y calor*. Bogotá, Colombia: Cultural colombiana Ltda.
- Alvero Cruz, José Ramón; Cabañas Armesilla, M^a Dolores; Herrero de Lucas, Ángel; Martínez Riaza, Luis; Moreno Pascual, Carlos; Porta Manzanido, Jordi; Sillero Quintana, Manuel; Sirvent Belando, José Enrique. (2009). Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del Grupo Español de Cineantropometría de la Federación Española de Medicina del Deporte. *Archivos de Medicina del deporte*, XXVII(131), 166 - 179.
- Amigo, H. (2000). *Obesidad en el niño en América latina: situación, criterios de diagnóstico y desafíos*. (U. d. Chile, Ed.) Santiago de Chile. Independencia 1027, Chile: Departamento de Nutrición, facultad de Medicina.
- Antal Papadakis. (15 de Febrero de 2009). *Gran Enciclopedia de la Economía*. Recuperado el 16 de Agosto de 2010, de www.economia48.com
- Bale, R. (1986). The relationship of somatotype and body composition to strength in group of men and women sport science students. *Perspectives in Kineantropometry*, 1, 187-198. (J. A. Day, Ed.)
- Barajas Ramón, Y.; Correa Pérez, E. A. (Febrero de 2011). Análisis de la composición corporal de jugadores profesionales de fútbol del Club Atletico Bucaramanga, Colombia. *EFDeportes*, Año 15(153).
- Battistini, N., Virgili, F., & Bedogini, G. (1994). Relative expansion of extracellular water in elite male athletes compared to recreational sportman. *Annals of Human Biology*, 6th (ser. 21), 611.
- Bayona, R., & López Matteo, C. (Edits.). (1982). *Gran Enciclopedia del Fútbol*

- (Vol. 1). Barcelona, España: Oceano.
- Bloomfield, J.; Polman, R.; O'Donoghue. (2007). Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. *Journal of Sports Science and Medicine*(6), 63-70.
- Bravo Barajas, C. (1983). *Evaluación del Rendimiento Físico* (3ra. edición ed.). México, D. F.: Didáctica Moderna, S. A.
- Carter, J. E. (1982). Physical Structure of Olympic athletes (Parte I). *Medicine and Sport Basel Karger*, 16.
- Carvajal de Guerrero, María Eugenia; Cruz, Victor; Cabal de Posada, María Lucía; Rivera Concha, Alvaro; Climent, Carlos. (1984). *De la concepción a la adolescencia*. Bogotá: Norma.
- Casajús, J. A.; Aragonés, Ma. Teresa. (1991). Estudio Morfológico del Futbolista de Alto Nivel. *Archivos de Medicina del deporte*, VIII(30), 147-151.
- Casanueva, E. (2001). *Nutriología Medica*. (F. M. Salud, Ed.) Mexico: Editorial Medica Panamericana.
- Castaño, G. (1973). Educación y diferenciación social en Colombia.
- Castillo Ruiz, O. (2008). *Patrón alimentario y evaluación nutricional de los niños pre-escolares de Reynosa Tamaulipa*. Granada (España): Universidad de Granada.
- Chesta, Monica; Lobo, Beatriz; Agrelo, Fernando; Carmuega, Esteban; Sabulky, Jacobo; Durán, Pablo; Pascual, Laura Rosa. (2007). *Argentina Pedriatica*. Recuperado el 05 de 10 de 2008, de Arch Argent Pediatr 2007; 105(2):101-108 / 101: <http://www.cepis.org.pe/texcom/nutricion/v105n2a03a>
- Costill, D. L., & Willmore, J. H. (1987). *Training for Sport an Activity Physiological Basic of the Conditianing Process*. Boston: Allyn & Bacon.
- Cusminsky, Marcos; Lejarraga, Horacio; Mercer, Raul; Martell, Miguel; Fescina, Ricardo. (1994). *Manual de crecimiento y desarrollo del niño*. (Segunda ed.). (O. P. Salud, Ed.) Washington, D. C.: OPS. Oficina Sanitaria.
- De Rose, E. H., Pigatto, E., & Fonticielha de Rose, R. C. (1984). *Cineantropometría, Educación Físcia y Entrenamiento Deportivo*. Rio de Janeiro: Ministerio de Educación y Cultura. Fundación de Asistencia al Estudiante.
- De Rose, E. H., Pigatto, E., & Fonticielha de Rose, R. C. (1984). *Cineantropometría, Educación Físcia y Entrenamiento Deportivo*. Rio de Janeiro: Ministerio de Educación y Cultura. Fundación de Asistencia al Estudiante.
- De Rose, E. H.; Turra Magni, J. R.; Guimaraes, A. C.; Gaya, A. D. (1974).

- Composiçao Corporal do Jogador de Futebol. *Medicina Deportiva*, 77 - 79.
- Diaz C., J. (1997). *Obesidad: Manejo Nutricional*. (U. C. Chile., Ed.) Recuperado el 02 de Marzo de 2011, de Boletín de la Escuela de Medicina: <http://escuela.med.puc.cl/publ/boletin/obesidad/obesidadmanejo.html>
- Dietz, William H.; Bellici, Mary C. (July de 1999). Use of bodu mass index (BMI) as measure of overweight in children an adolescents. (A. S. Nutrition, Ed.) *American Journal of Clinical Nutrition*, 70(1), 1235-1255.
- Dra.Guzmán, M. P. (22 de 04 de 1998). *escuelamed*. Recuperado el 24 de 08 de 2008, de escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/manualped/saludesc.html
- Drinkwater, D. a. (1980). *Anthropometric fractionation of body mass*. In *Kinanthropometry II*. Edited by M. Ostyn, G. Beunen, and J. Simons.
- Duncan MacDougall, J.;Wenger, Howard A.;Green, Howard J. (1995). *Evaluación fisiológica del deportista* (Primera edición ed.). (E. Iriarte Goñi, Trad.) Barcelona, España: Paidotribo.
- Elergonomista. (Año 8). *drsscope.com*. Recuperado el 20 de Enero de 2011, de <http://www.drscope.com/privados/pac/generales/desequilibrio/desequilibrios.html>
- Farinola, M. (7 de Noviembre de 2011). *Nutrinfo.com*. Recuperado el 6 de Noviembre de 2011, de Comunidad virtual de los profesionales de la nutrición: <http://www.nutrinfo.com/pagina/info/antr04-01.pdf>
- Fernández Fernández, J. A. (Septiembre de 2005). *Relación del desarrollo corporal en el alumno de la E.S.O con su nivel socioeconomico*. (cdeporte, Ed.) Recuperado el 10 de 09 de 2008, de Rev.int.cienc.act.fis.deporte: www.cdeporte.rediris.es/revista/revista19/artnivel9.html
- Fernández López, José Antonio; Remesar, Xavier; Alemany, Marià. (2005). Ventajas teóricas del índice de Rohrer sobre el índice de masa corporal de la adiposidad en humanos. *Revista Española sobre Obesidad*, 47 - 55.
- Firman, D.G. (06 de 08 de 2002). *Intermedicina*. Recuperado el 18 de 09 de 2008, de www.intermedicina.com/avances/pediatrica/ape33.html
- Forcadas F., J. (1978). *Curso de ergonomía*. Medellín: Asidua.
- Fröhner, G. (2003). *Esfuerzo físico y entrenamiento en niños y juvenes*. Barcelona: Paidotribo.
- Gajardo, T. (2008). *Educación Privada vs. Educación Pública en santiago de Chile: Un reflexión necesaria*. (C. d. Henríquez, Ed.) Santiago de Chile.
- Galiano, Delfín; Porta, Jordi; Tejedo, Antonio. (2003). *Forma, cuerpo y función*. Málaga, Andalucía, España: Instituto Andaluz del deporte.
- Garcia, B. (2003). Antropometría por edad, género y estrato socioeconómico de

- la población escolarizada de la zona urbana de Cali. (E. d. Departamento de Pediatría, Ed.) *Colombia Médica*, 34.
- García, Beatriz; De Plata, Cecilia; Alvaro; Pradilla, Alberto. (2003). *Colombiamedica*. Recuperado el 23 de Febrero de 2009, de Universidad del Valle: <http://colombiamedica.univalle.edu.co/Vol34No2/cm34n2a2.htm>.
- Garrido Chamorro, R. P. (2005). *Manual de Antropometría*. Sevilla, España: Wanceulen. Editorial deportiva, S. L.
- Garrow, J. S.; Ralph, Ann; Philip, William; Trehearne, James. (1993). *Composition of the body*. En *Human Nutrition and Dietetics* (9ª Edición ed.). Holanda: Churchill Livingstone.
- Gobernación de Risaralda. (2009). *Pereira*. Recuperado el 26 de Enero de 2009
- González Villa, T. (22 de Junio de 2000). Una terminología inadecuada: enseñanza pública, enseñanza privada. *En portada*. (agayomega.es, Ed.) España.
- Guzmán Díaz, L. A. (2011). *Tratado de Cineantropometría*. Armenia, Quindio: Klnesis.
- Gúzman Díaz, Luis Alejandro. (2002). Crecimiento y Desarrollo Somático. *Apuntes deAsignatura: Evaluación del Rendimiento Físico-deportivo*. Pereira, Risaralda, Colombia: Publicaciones Universidad tecnológica de Pereira.
- Heyward, V. H. (1996). *Evaluación y prescripción del ejercicio*. Barcelona: Paidotribo.
- Iglesias Rosado, c. (2008). *Nutrición.org*. Recuperado el 20 de Enero de 2011, de Sociedad española de Dietética y Ciencias de la Alimentación: http://www.nutricion.org/publicaciones/pdf/M%C3%A9todos%20de%20terminaci%C3%B3n%20del%20grado%20de%20hidrataci%C3%B3n_Carlos%20Iglesias.pdf
- Jáuregui Nieto, G., & Ordoñez Sánchez, O. N. (1993). *Aptitud Física: Pruebas estandarizadas en Colombia* (Primera edición ed.). (I. C. Deporte, Ed.) Santafé de Bogotá, D. C.: Nueva Ley S. A.
- Jordan, E. y R.S. Nugent. (1978). *Evaluación poblacional de Plexura homomalla en la costa noreste de la Península de Yucatán*. Yucatán.
- Latorre R, P. A. (2003). *Prescripción del ejercicio físico para la salud en la edad escolar*. Paidotribo, Sports y Recreation.
- Ley General de la educación -Ley 115-. (8 de Febrero de 1994). Ministerio de Educación Nacional. República de Colombia. (C. d. Colombia, Ed.) *Diario Oficial* 41.214 .

- Lohman, T. G., Roche, A. F., & Martorell, R. (1988). *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Champaign, Illinois: Human Kinetic Books.
- Lohman, T. G., Roche, A. F., Martorell, R. (1988). *Anthropometric Standardización Reference Manual* (Abridged Edition ed.). Champaign, Illinois: Human Kinetics Books.
- López E., Miguel Ángel; Valenzuela M., Pamela Elizabeth. (2007). Nueva formula para mejorar la estimación del gasto energético basal en adultos de Chillán. (Redalyc, Ed.) *Revista Chilena de Nutrición*, 6.
- Lorenzo Benitez, H. (Abril de 2001). (U. d. Clínica, Editor, & H. U. Madrid, Productor) Recuperado el 8 de Enero de 2011
- M. Hernández, C.J. (1988). *Curvas y tablas de Crecimiento. Instituto de Investigación sobre Crecimiento y Desarrollo*. Fundación Faustino Orbegoza, Madrid: Garsi.
- Malagón de García, C. (2001). *Manual de Antropometría*. Armenia, Quindio, Colombia: Kinesis.
- Malina, R., & Hamil, P. &. (1973). Selected body measurements of children 6 - 11 year. Vital and health statics. *Series 11*(123).
- Malina, R., & Hamil, P. &. (1973). Selected body measurements of children 6 - 11 year. Vital and health statics. *Series 11*(123).
- Marques Lopes, Iva; Russolillo, Giuseppe; Martínez, J. Alfredo. (2003). Valoración del Estado Nutritivo. En I. Astiasarán, B. Lasheras Aldaz, A. H. Ariño Plana, & J. A. Martínez Hernández, *Alimentos y nutrición en la práctica sanitaria* (págs. 458 - 460). Madrid: Ediciones Díaz de Santos S. A.
- Martens, R. (1979). Capítulo 11. Introducción a la Nutrición. En R. Martens, *Programa de Efectividad en el Entrenamiento* (págs. 16 - 25). Champaign, Illinois.: Editores del Movimiento Humano.
- Martin, A.D.; Daniel, M.Z.; Drinkwater, D.T.; Clarys, J.P. (Febrero de 1994). *Adipose tissue density, estimate adipose lipid fraction and whole body adiposity in male cadaveres*. (I. J. Obesity., Editor) Recuperado el 28 de Diciembre de 2010, de PubMed.gov: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8148928>
- Martínez, C.; Toba, E.; Pila Teleña, A. (1983). *Fútbol*. Madrid: Augusto Pila Teleña.
- Materase, Laura E.; Gottschlich, Michael M. (2004). *Nutrición Clínica Práctica*. (2ª edición ed.). (E. Science, Ed., L. E. Materase, & M. M. Gottschlich, Trads.) Madrid, España.
- Miján de la Torre, A. (2004). *Nutrición y metabolismo en trastornos de la conducta*

alimentaria. Metabolismo del ayuno: adaptación y supervivencia. Barcelona, España: Glosa.

Ministerio de Educación Nacional. (2000). *Informe nacional sobre el Desarrollo de la educación en Colombia.* República de Colombia, Ginebra, Suiza.

Montoya Agudelo, M. (2005). *Deportivo Pereira 61 años.*

Moreno, A. (2005). Determinación del perfil psicológico, antropométrico y de condición física en niños de 8 a 14 años que asisten a las escuelas de formación deportiva en Ibagué. Ibagué.

OMS. (1998). *Patrones de crecimiento del niño de la OMS.* (O. M. Salud, Ed.) Ginebra, Suiza: Departamento para la salud y el desarrollo.

OMS, O. M. (2004). *Organización Mundial de la Salud.* Obtenido de Nota Descriptiva No. 311: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>

OPS, O. P. (1997). *Lineamientos para la educación en estilos de vida saludables.* Recuperado el 28 de Diciembre de 2010, de OPS Colombia. Escuelas Saludables: <http://www.col.ops-oms.org/Municipios/Cali/08EstilosDeVidaSsaludables.htm>

OPS/OMS Colombia. (2003). *Perfil del Escolar Colombiano.* Recuperado el 21 de Octubre de 2010, de Sistema de Información Juvenil SIJ OPS-COLOMBIA: <http://www.col.ops-oms.org/juventudes/ESCUELASALUDABLE/08perfil.htm>

Oria, E.; Lafita, J.; Petrina, E.; Argüelles, I. (2002). *Anales Six San Navarra. Suplemento 1.* Recuperado el 10 de Enero de 2011, de <http://www.cfnavarra.es/salud/anales/textos/vol25/sup1/suple9.html>

Ospina, R. A. (18 de 08 de 2007). *demandame.* Recuperado el 22 de 10 de 2008, de <http://demandame.blogspot.com/2007/08/la-piramide-social-en-colombia.html>

Oveda Espinosa, Elpidia y otros. (2003). Valoración nutricional por antropometría de niños preescolares, escolares, mujeres en edad fértil y adulto mayor en la ciudad de Bogotá Distrito capital.

Perez, Aileen Alfonso; Reyes, David Abreu. (31 de Agosto de 2010). *Medicina Humana.* (Avernotovo, Ed.) Recuperado el 5 de Octubre de 2010, de <http://medicina-humana-general.blogspot.com/2010/08/perfil-antropometri-co-de-escolares.html>

Ph. D. Lukaski, H. C. (1987). *Métodos para determinación de la composición corporal humana. Tradicionales y nuevos.* (E. Sierra Garrido, Trad.)

Plata Jarero, J. P. (2003). *Índices ponderales de futbolistas amateurs en la*

- ciudad de Colima. Tesis de Grado, Universidad de Colima, Facultad de Medicina , Colima.
- Prado, J. (2004). *Valoración de la composición corporal, el índice de desarrollo corporal y la edad morfológica en escolares que rpesenentan retardo mental leve y moderado en la ciudad de la Habana*. La Habana, Cuba: s. n.
- Prado, J. (2004). *Valoracion de la composicion corporal, indice de desarrollo corporal y edad morfológica en escolares que presentan retardo mental leve y moderado en la ciudad de la Habana*. La Habana.
- Quintero, J. P. (04 de 2005). *efdeportes*. Recuperado el 21 de 09 de 2008, de www.efdeportes.com/revistadigital-buenosaires-año10-N83-abrilde2005
- Reilly, T. (1998). Futbolista Sudamericano de Élite. En T. Rellilly, N. Cable, & E. Rienzi, *Aptitud Física y Entrenamiento en el Fútbol* (págs. 12-21). Rosario, Argentina: Biosyustem Servicio educativo.
- República de Colombia. Ministerio de Educación Nacional. (2000). *Informe Nacional sobre el desarrollo de la educación en Colombia*. Ginebra, Suiza.
- Rhodes, R., & Pflanzner, R. (1996). *Huaman Physiology* (4th Edition ed.).
- Rigal, R., Paoletti, R., & Portmann, M. (1979). *Motricidad: Aproximación psicofisiológica*. (M. pedro, & R. Cantó, Trads.) Madrid, España: Augusto E. Pila Teleña.
- Rigal, Robert; Paoletti, René; Portmann, Michel. (1979). *Motricidad: Aproximación Psicofisiológica*. Québec: Les Presses De L'université Du Québec.
- River, M. A.; Avella, F. A. (1992). Características antropométricas y fisiológicas de futbolistas puertorriqueños. *Artículos de Medicina del Deporte*, IX(35), 265-277.
- Rivera Sosa, J. M. (Marzo de 2006). Valoración del somatotipo y proporcionalidad de futbolistas universitarios mexicanos respecto a futbolistas profesionales. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 6(21), 16-28.
- Rodríguez Cuenca, J. V. (2004). Reconstrucción de la estatura. En J. V. Rodríguez Cuenca, & U. N. Colombia (Ed.), *La antropología forense en la identificación humana* (págs. 157-158). Bogotá, D. C., Colombia: Editora Guadalupe Ltda.
- Román Montoya, Ana; Nuñez Bouron, Ana Ibis; Morales Larramendi, Ricardo; Lara Lafargue, Alcibiaddes; Puente Saní, ventura; Castillo Bonne,. (2005). Modificaciones de la composición corporal en pacientes con VIH/SIDA tomados por el método de bioimpedancia en el hospital "Juan Bruno Zayas Alonso". *VI Congreso de la sociedad Cubana de Bioingenieria*. Habana, Cuba.

- Román Montoya, Ana; Nuñez Bouron, Ana Ibis; Morales Larramendi, Ricardo; Lara Lafargue, Alcibiades; Puente Saní, ventura; Castillo Bonne,. (2005). Modificaciones de la composición corporal en pacientes con VIH/SIDA tomados por el método de bioimpedancia en el hospital "Juan Bruno Zayas Alonso". *VI Congreso de la sociedad Cubana de Bioingeniería*. Habana, Cuba.
- Ross, W. (1982). *Kinanthropometry in Physiol testing of Elite Athl*. New York.
- Ross, W. D. (1987). *Body composition and aging: theoretical and methodological implications*. Coll Antropol 11.
- Ruiz Pérez, I. M., Sanchez Bañuelos, F. (1997). *Rendimiento deportivo: Claves para la optimización de los aprendizajes*. Madrid, España: Gymnos Editorial Deportiva.
- S. Ramirez, M.A. (1990). *Modelo Antropométrico para la predicción de Peso Corporal en pacientes adultos del Hospital San Juan de Dios*. Guatemala.
- Sanchez, E.; Pereira, M. H.; Matsudo, V. K. R. (1990). *Comparación de la condición física de jugadores de fútbol de cuatro categorías diferentes*. CELAFiCS, Sao Paulo, Brasil.
- Serrato, R. M.; Sarmiento, J. M.; Peralta, J. F. (s.f.). Comparación de la composición corporal en futbolistas colombianos de diferentes categorías. *Acta Colombiana de Medicina del deporte*.
- Sierra Garrido, E. (1987). Métodos para la determinación de la composición corporal humana: tradicionales y nuevos. 46: 537 - 556.
- Sierra Garrido, E. (1994). *Manual de Nutrición Deportiva* (Primera edición ed.). Santafé de Bogotá D. C., Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Sirvent Belando, J. E., Garrido Chamorro, R. P. (2009). *Valoración antropométrica de la composición corporal*. (C. d. Salud, Ed.) Publicaciones Universidad de Alicante.
- TANITA. TBF 300A. (s.f.). Analizador de Composición Corporal. Información Técnica.
- Tanner, J. (1971). *Educación y Desarrollo Físico*. La Habana.
- Unesco World Education Report. (2000). *La educación superior en América Latina y el Caribe*. Documento de Estrategia, Unesco y BID.
- Velasquez, M. T. (1987). *Conceptos básicos sobre crecimiento y desarrollo (Cartilla 1)*. Cali: Escuela Nacional del Deporte.
- Wilmore, J. H.; Costil, D. L. (1987). *Training for sport an activity physiological basic of the conditioning process* (3rd ed ed.). Boston: Allyn & Bacon.
- Wolff, Laurence; Castro, Claudio de Maura. (2004). ¿Educación pública o privada? Una falsa disyunción. *Perspectivas*. Edición No. 5, 72 - 75.

- Wolff, Lawrence; González, Pablo; Navarro, Juan Carlos. (2002). *Educación privada y política pública en América Latina* (Primera edición ed.). Santiago de Chile: Banco Interamericano de Desarrollo. Programa de la Promoción de la Reforma Educativa en América Latina y El Caribe. PREAL.
- Zuñiga, U.; De León Fierro, L. (2007). Somatotipo en jugadores semiprofesionales. *Revista Internacional de Ciencias del deporte*, 9(3), 29-36.

Perfil Antropométrico del Jugador Profesional de Fútbol en Pereira.

Anexos

Pereira, Febrero de 2012.

Perfil Antropométrico del Jugador Profesional de Fútbol en Pereira.

Anexo “A”.

Evaluación Ética.

Pereira, Febrero de 2012.

Evaluación ética

El trabajo de investigación sobre la **“Perfil Antropométrico del Jugador Profesional de Fútbol en Pereira”**, se realizó con la participación de un docente como investigador principal y una estudiante como investigadora secundaria (coinvestigador), aspirante al título de Profesional en Ciencias del Deporte y la Recreación de la formación pregraguada, quienes poseen el conocimiento y la experiencia para trabajar, con este tipo de población. La evaluación se adelantó en el Laboratorio del Movimiento adscrito a la Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ciencias de la Salud. Junto a los investigadores participaron un profesional especialista en Entrenamiento deportivo como asesor y con la experiencia y dominio del método antropométrico quien opero como docente supervisor y garante de los principios éticos y de la integridad y bienestar de los deportistas objeto de investigación; además, algunos cooperadores auxiliares (estudiantes del Programa Académico) en calidad de monitores, quienes contribuyeron en el registro y sistematización de los datos. Igualmente posibilitaron, a través de la observación directa y participante, la logística y comodidad de los deportistas implicado en la valoración garantizando las medidas de bienestar y seguridad.

En este sentido, previo a la intervención, fue diligenciado el **“Cuestionario de aptitud para el ejercicio físico”** (C-AEF) o Par-Q, según reporte de validación de la British Columbia of Health (Junio de 1975) y firmados el correspondiente Consentimiento Informado a través de un Acta por cada uno de los deportistas objeto de la investigación y por el investigador principal. Dicho consentimiento contó con la información requerida según el artículo 15 de la Resolución 8430 de 1993 sobre las normas científicas, técnicas y administrativas para la

investigación en salud. De acuerdo a lo anterior se explicaron y aclararon:

- a. La justificación y los objetivos de la investigación.
- b. Los procedimientos que iban a implementar y su propósito incluyendo la identificación de aquellos que fueran experimentales.
- c. Las molestias o los riesgos esperados.
- d. Los beneficios que pudieran obtenerse.
- e. Los procedimientos alternativos que pudieran ser ventajosos para el sujeto.
- f. La garantía de recibir respuesta a cualquier pregunta y aclaración a las dudas presentadas acerca de los procedimientos, riesgos, beneficios y otros asuntos relacionados con la investigación y el tratamiento del sujeto.
- g. La libertad de retirar su consentimiento en cualquier momento y dejar de participar en el estudio sin que por ello se fueran a crear perjuicios para continuar su cuidado y tratamiento.
- h. La seguridad de no identificar al sujeto y de mantener la confidencialidad de la información relacionada con su privacidad.
- i. El compromiso de proporcionarle información actualizada obtenida durante el estudio, aunque ésta pudiera afectar la voluntad del sujeto para continuar participando.
- j. La disponibilidad de tratamiento médico y la indemnización a que legalmente pudiera tener derecho, por parte de la institución responsable de la investigación, en el caso de daños que le afecten directamente y fueran causados por la investigación.
- k. En caso de la existencia de gastos adicionales, éstos serían cubiertos por el presupuesto de la investigación o de la institución responsable de la misma.

Adicionalmente y para garantizar la validez del Consentimiento Informado del sujeto pasivo de la investigación se cumplió con los requisitos establecidos según el artículo 16 de la Resolución 8430 de 1993 sobre las normas científicas,

técnicas y administrativas para la investigación en salud, en lo que corresponde a los siguientes criterios:

- a. Ser elaborado por el investigador principal, con la información señalada en el artículo 15 de ésta resolución.
- b. Ser revisado por el Comité de Ética en Investigación de la institución donde se realizará la investigación.
- c. Indicar los nombres y direcciones de dos testigos y la relación que éstos tengan con el sujeto de investigación.
- d. Ser firmado por dos testigos y por el sujeto de investigación o su representante legal, en su defecto. Si el sujeto de investigación no supiere firmar imprimirá su huella digital y a su nombre firmará otra persona que él designe.
- e. Ser elaborado por duplicado quedando un ejemplar en poder del sujeto de investigación o su representante legal.

Perfil Antropométrico del Jugador Profesional de Fútbol en Pereira.

Anexo “B”.

Consentimiento Informado.

Pereira, Febrero de 2012.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA CIENCIAS DEL DEPORTE Y LA RECREACIÓN

Consentimiento informado de participación en la investigación

El consentimiento informado es la declaración que usted da por escrito de su libre voluntad para participar en la investigación luego de comprender en qué consiste, tal como se presenta a continuación.

1. Objetivo de la Investigación:

Determinar la composición corporal de un grupo de estudiantes de Ciencias del Deporte y la Recreación a través de Impedancia Bioeléctrica.

2. Justificación de la Investigación:

Se pretende establecer la distribución de la composición corporal, la determinación de los índices corporales y el somatotipo, a partir de cuatro componentes o compartimientos (masa grasa, masa libre de grasa, masa ósea y masa muscular) como criterio de valoración antropométrico-nutricional de un grupo de deportistas profesionales practicantes de fútbol en el municipio de Pereira clasificados según género y tipo de cuerpo como atletas, de acuerdo al tiempo semanal dedicado a la actividad físico-deportiva y a su situación socio-económica con el fin de establecer un paralelo comparativo con deportistas practicantes de la misma disciplina, pero de otras latitudes.

3. Procedimientos:

Los jugadores profesionales de fútbol seleccionados se expondrán a una jornada en la cual personal idóneo en el tema realizará las respectivas evaluaciones individuales, deberán estar descalzos, pantalón deportivo y sin camisa, con el fin de obtener una medición exacta y no alterada por

cargas extras; además, se contara con la presencia obligatoria del investigador principal, del docente supervisor y/o de un adulto testigo voluntario que acompañe al deportista que va a ser evaluado.

La recolección de los datos para el desarrollo de la investigación, con base en los protocolos establecidos, se realiza bajo la toma y registro de medidas sobre las variables básicas antropométricas (talla, peso, entre otras) a través de la utilización de equipos médicos y/o elementos como el Antropómetro, la Cinta Métrica y Báscula Tanita TBF 300A; los datos buscan identificar el estado actual de la Composición Corporal en los estudiantes participantes.

4. *Molestias y riesgos esperados:*

Esta investigación no acarrea riesgos posibles ya que es de carácter documental y trata de describir, lo más exacto posible, las características observadas para determinar el perfil antropométrico característico y en ningún momento la aplicación de procesos.

5. *Beneficios:*

Se aclara que los participantes: deportistas y estudiantes universitarios de Ciencias del deporte y la Recreación involucrados en la investigación, no recibirán ningún tipo de remuneración o compensación económica o material por participar en la investigación. Al término del estudio realizado y antes de entregar el Informe Final se le informara de manera particular a cada deportista de los hallazgos encontrados buscando que quienes presenten algún tipo de alteración de nutricional o de composición corporal pueda ser remitido a un profesional especializado de ser necesario.

6. *Otros procedimientos eficaces diferentes del investigado:*

No existirán procesos diferentes a los mencionados en el protocolo de trabajo.

7. *Garantía de respuesta a inquietudes:*

Los participantes recibirán respuesta a cualquier pregunta que les surja acerca de la investigación; además, se les garantiza la entrega de un

informe final personalizado al terminar el proceso investigativo.

8. *Garantía de libertad:*

Los participantes al no sentirse a gusto o encontrar algún impedimento tendrán la libertad de continuar o no con la valoración, de retirarse de la investigación en el momento que lo deseen, sin ningún tipo de represalia.

9. *Confidencialidad:*

Los nombres personales y toda información adquirida, incluyendo las anomalías encontradas serán manejadas en forma privada; sólo se divulgará la información de resultados a los deportistas en particular, aunque en el transcurso del proceso investigativo puede ser socializada a través de comunicados o boletines reveladores que suministrarán información significativa considerada relevante, bajo esta prerrogativa los deportistas evaluados autorizan a los investigadores a hacer uso de la información adquirida con fines académicos.

10. *Garantía de indemnización:*

Ni los investigadores, ni los cooperadores, ni los docentes adscritos se encontraran en posición de formular reclamaciones por indemnización, ya que de antemano se determina y se reconoce que no existen riesgos posibles que afecten la integridad de los escolares involucrados.

11. *Gastos adicionales:*

En caso que existan gastos adicionales durante el desarrollo de la investigación, serán asumidos con el presupuesto de la misma.

Certifico que he leído la anterior información y que entiendo su contenido; además, que estoy de acuerdo en participar libremente en la investigación.

La presente Acta de Consentimiento Informado se firma en la ciudad de Pereira a los ____ días, del mes _____, del año_____.

DATOS IDENTIFICACIÓN DEL ESCOLAR PARTICIPANTE

Nombres y Apellidos: _____

Lugar y Fecha de Nacimiento: _____

No. Documento Identidad: _____ *Lugar de expedición:* _____

Dirección Residencia: _____ *Tel. Res.* _____

DATOS IDENTIFICACIÓN DEL ADULTO RESPONSABLE

Nombres y Apellidos: _____

Lugar y Fecha de Nacimiento: _____

No. Documento Identidad: _____ *Lugar de expedición:* _____

Parentesco con el escolar _____ *Tel. Res.* _____

Firma del Deportista Evaluado

Firma del Investigador Principal

Firma del Primer Testigo

Firma del Segundo Testigo

